Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 101 (пусковой комплекс-20)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 101 (пусковой комплекс-20)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....9
1. Общие положения....13
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....13
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....13
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....14
1.3. Технико-экономические показатели проекта....21
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....21
Основные технические параметры....21
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....37
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....*40*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*40*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*40*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*41*
3. Конструктивные решения.....**42**
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*42*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*42*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*43*
3.1.4. Метод укладки балок.....*43*
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*43*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*44*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*45*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*45*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*46*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....*47*
3.3.2. Кровельные работы.....*47*
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....*48*
3.4.2. Арматурная сталь.....*49*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*50*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*50*
3.4.5. Сварочные материалы.....*51*
3.4.6. Болтовые соединения.....*51*
3.4.7. Конструкция моста.....*52*
4. Технологические решения.....**56**
4.1. Эскалаторные системы.....56
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*56*
4.1.2. Лифты.....*57*
4.1.3. Лестницы и перила.....*59*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*59*
4.1.5. Общие требования.....*59*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....**60**
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....60
5.1.1. Общественные зоны станций.....*60*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*60*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....61
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*61*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*61*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*63*
5.2.4. Состав системы.....*63*
5.2.5. Принцип работы.....*63*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*63*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*63*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*64*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....64
5.3.1. Общественные зоны станций.....*64*
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*65*
5.3.3. Воздуховоды.....*65*

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....66
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....66
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**68**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....68
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....68
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....68
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....69
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....69
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....69
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....70
6.2.3. Арматура.....71
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....71
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....71
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....73
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....75
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....75
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....75
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....75
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....75
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....76
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....76
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....76
6.3.7. Дополнительные требования.....77
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....77
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....77
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....77
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....77
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....78
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....78
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....78
6.4.7. Нормативная база.....79
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....79
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....79
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....79
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....81
7. Электроснабжение.....**83**
7.1. Энергоснабжение и управление.....83
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....83
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....83
7.1.3. Управление оборудованием.....84
7.1.4. Безопасность и коммутация.....84
7.2. Распределение и управление освещением.....84
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....84
7.2.2. Классификация освещения.....84
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....85
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....85
7.2.5. Нормативы и мощность.....86
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....86
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....86
7.3.2. Установка оборудования.....88
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению.....89
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....89

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....*90*
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....*90*
7.5. Проектирование наружного освещения.....91
7.5.1. Общие требования.....*91*
7.5.2. Нагрузка и распределение.....*91*
7.5.3. Кабели и проводка.....*91*
7.5.4. Качество напряжения.....*91*
7.6. Проектирование осветительных установок.....91
7.6.1. Общие требования к светильникам.....*91*
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....*91*
7.6.3. Наружное освещение.....*91*
7.6.4. Оборудование и монтаж.....*92*
7.7. Молниезащита и заземление.....92
7.7.1. Общие положения.....*92*
7.7.2. Защитное заземление.....*92*
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....*92*
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....*93*
7.7.5. Молниезащита.....*93*
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....*93*
7.7.7. Связь металлических элементов.....*93*
7.8. Пояснения к обозначениям.....94
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....*94*
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....*94*
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....*94*
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....*94*
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....*94*
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....*94*
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....94
7.9.1. Схема подключения.....*94*
7.9.2. Режимы эксплуатации.....*95*
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....95
7.10.1. Схема подключения.....*95*
7.10.2. Режимы эксплуатации.....*95*
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....96
7.12. Защита от перенапряжений.....96
7.13. Заземление и безопасность.....96
7.13.1. Общие требования.....*96*
7.13.2. Реализация заземления.....*97*
8. Слаботочные сети.....98
8.1. Слаботочные сети.....98
8.1.1. Объём проектирования.....*98*
8.1.2. Транспортные системы связи.....*98*
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....*98*
8.1.4. Система видеонаблюдения.....*99*
8.1.5. Системы беспроводной связи.....*99*
8.1.6. Подсистемы.....*100*
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....*100*
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....*100*
8.1.9. Общие требования.....*101*
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....*101*
8.1.11. Зоны вещания:.....*101*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации).....101

8.2.1. Состав системы *101*
8.2.2. Функции системы *101*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *102*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 103
8.3.1. Общие сведения *103*
8.3.2. Состав системы FAS *103*
8.3.3. Основные функции системы *104*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *105*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *106*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *107*
8.3.7. Освещение перегонов *107*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *107*
8.3.8. Стандарты освещённости *107*
8.3.9. Расположение оборудования *107*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *108*
8.3.11. Система освещения *108*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *108*
8.3.13. Требования к оборудованию *109*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *109*
8.3.15. Функции и уровни управления *110*
8.3.16. Интеграция подсистем *110*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *111*
8.3.18. Энергомониторинг *111*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 111
8.4.1. Общие требования к прокладке *111*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *111*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *112*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *112*
8.4.5. Установка оборудования *112*
8.5. Системные интерфейсы 112
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *113*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 114
8.7. Электропитание 114
8.8. Заземление 114
9. Межсистемная интеграция 115
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *115*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *115*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *115*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией *115*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *116*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *116*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *117*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *117*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *117*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *117*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *117*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *117*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *117*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *118*
9.2. Интерфейсы системы BAS 118
9.2.1. Общие принципы *118*
9.2.2. Перечень интерфейсов *118*

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....*119*
9.2.4. Заземление BAS.....*119*
9.2.5. Заключительные положения.....*119*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....**120**
10.1. Степень огнестойкости.....120
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....120
10.3. Противопожарные отсеки.....120
10.4. Противопожарные конструкции.....121
10.5. Незадымляемые зоны.....122
10.6. Безопасная эвакуация.....122
10.6.1. Противопожарные расстояния.....*122*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....*122*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....*123*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....*123*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....*123*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....*123*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....*123*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....*124*
Перечень приложений.....**125**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....*21*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....*25*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....*35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....*37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....*42*
Таблица 3.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады.....*53*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....*56*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....*57*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....*65*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....*66*
Таблица 7.1: Марки и сечения.....*87*
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....*88*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....*95*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....*95*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....*96*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....*101*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....*105*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....*105*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....*110*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....*112*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....*116*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....*118*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....*123*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 https://english.bucg.com/

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			
COM	**Конструкции станции связи**																			
ISCS	**Интегрированная система мониторинга**																			
BAS	**Система автоматизации зданий**																			
ACS	**Система контроля доступа**																			
ESE	**Эскалатор и лифты**																			
AFC	**Продажа билетов**																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-01-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-01-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-01-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-01-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-01-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-01-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-01-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-01-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-01-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-01-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-01-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-01-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-01-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-01-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-01-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-01-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-01-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления.

	Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-01-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-01-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-01-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-12-01-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов
ALRT-P1-11-01-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалаторные и лифтовые системы.

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 101 расположена на первом участке линии, к северо-западу от западного терминала международного аэропорта Астаны, к востоку от паркинга. Станция 101 представляет собой двухэтажную надземную станцию островного типа, общая длина основного здания составляет 100,05 м, общая ширина — 19,5 м. Входы расположены рядом с западным терминалом аэропорта, что удобно для пассажиров. В настоящее время строительство ведется в хороших условиях

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 101 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/12
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	106.2/21.1/18.65
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (346.050)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000(363.000)

19	Строительный объем станции (м³)	49718.27
20	Общая площадь станции (м²)	4765.76
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (м²)	4160.45/605.31
22	Строительный объем станции выше ур. земли (м³)	4160.45/605.31
23	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	3094.83
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 101 расположена на первом участке линии, к северо-западу от западного терминала международного аэропорта Астаны, к востоку от паркинга. Станция 101 представляет собой двухэтажную надземную станцию островного типа, общая длина основного здания составляет 100,05 м, общая ширина — 19,5 м. Входы расположены рядом с западным терминалом аэропорта, что удобно для пассажиров. В настоящее время строительство ведется в хороших условиях

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 101 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 101 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	Т1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Станция 101 расположена на первом участке линии, к северо-западу от западного терминала международного аэропорта Астаны, к востоку от паркинга. Станция 101 представляет собой двухэтажную надземную станцию островного типа, общая длина основного здания составляет 100,05 м, общая ширина — 19,5 м. Входы расположены рядом с западным терминалом аэропорта, что удобно для пассажиров. В настоящее время строительство ведется в хороших условиях.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 100,05 м. (в осях)
Ширина здания: 19,5м в осях (локальная ширина — 24,13 м).
Высота сооружения: 23,8 м.
Размеры основного здания: 106,м (длина) х 21,1 м (ширина), высота —18,47
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 4765,76 м², в том числе:
Основное здание: 4160,45м² (включая надземную часть —5093,8м² и подземные коммуникационные шахты — 605,31 м²);

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и расположен по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входа А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 354,000 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 364,050м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 363,000 м).

Относительная отметка уровня земли: –0,450, (абсолютная — 353,550 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X=-15767.9498, Y=2490.7625.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0.003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

На основных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;

- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-01-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB2-1, DB2-2, P1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C4, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 3.2*: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады*

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Номер платформы	Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Высота опоры	Тип платформы
AR1	K0+100.050	41	41 м однолинейная балка	10.91	/
AR2	K0+141.050	21.45	21.45+22м неразрезная балка	8.00	P1-C1
AR3	K0+162.500	22		8.50	DB4-C1
AR4	K0+184.500	26	26+26+24,8 м неразрезная балка	9.00	DB4-C1
AR5	K0+210.500	26		9.00	DB2-2-C3
AR6	K0+236.500	24.8		9.00	DB2-2-C3
AR7	K0+261.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DA1-C7
AR8	K0+291.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR9	K0+321.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR10	K0+351.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DA1-C7
AR11	K0+381.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR12	K0+411.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR13	K0+441.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DA1-C7
AR14	K0+471.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR15	K0+501.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR16	K0+531.300	30	2×30 м неразрезная балка	9.00	DA1-C7
AR17	K0+561.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR18	K0+591.300	22	2×22 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR19	K0+613.300	22		8.50	DB2-1-C2
AR20	K0+635.300	22	2×22 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR21	K0+657.300	22		8.50	DB4-C1
AR22	K0+679.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.50	P1-C1
AR23	K0+709.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR24	K0+739.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR25	K0+769.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR26	K0+799.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR27	K0+829.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR28	K0+859.300	41	41+62+39 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR29	K0+900.300	62		6.50	DB1-C4
AR30	K0+962.300	39		6.00	DB1-C4
AR31	K1+001.300	24	3×24 м	8.00	P1-C1

Номер платформы	Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Высота опоры	Тип платформы
AR32	K1+025.300	24		8.00	DB2-2-C2
AR33	K1+049.300	24		8.00	DB2-2-C2
AR34	K1+073.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.00	P1-C1
AR35	K1+103.300	30		8.00	DB2-1-C2
AR36	K1+133.300	30		8.00	DB2-1-C2
AR37	K1+163.300	30	30м Литые двухлинейные балки	8.00	DA1-C7
AR38	K1+193.300	30	30.м сборная двухполосная А-образная балка	8.00	DA1-C7
AR39	K1+223.300	30		8.50	DA1-C7
AR40	K1+253.300	30		9.00	DA1-C7
AR41	K1+283.300	30		8.50	DA1-C7
AR42	K1+313.300	30		9.00	DA1-C7
AR43	K1+343.300	30		9.00	DA1-C7
AR44	K1+373.300	30		9.00	DA1-C7
AR45	K1+403.300	30		9.00	DA1-C7
AR46	K1+433.300	30		9.00	DA1-C7
AR47	K1+463.300	30		9.00	DA1-C7
AR48	K1+493.300	30		9.00	DA1-C7
AR49	K1+523.300	30		9.00	DA1-C7
AR50	K1+553.300	30		9.00	DA1-C7
AR51	K1+583.300	30		8.50	DA1-C7
AR52	K1+613.300	30		8.50	DA1-C7
AR53	K1+643.300	30		8.50	DA1-C7
AR54	K1+673.300	30		8.50	DA1-C7
AR55	K1+703.300	30		8.50	DA1-C7
AR56	K1+733.300	30		8.00	DA1-C7
AR57	K1+763.300	30		8.00	DA1-C7
AR58	K1+793.300	30		8.00	DA1-C7
AR59	K1+823.300	45	45+45,839 м неразрезная балка	7.50	DA1-C7
AR60	K1+863.300	45.84		5.50	DB1-C4
AR61	K1+914.140	85.3		8.61	/

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC101-1(N)` — эскалатор на станции 101, первый, внутри станции;
- `ELE101-1(KA)` — лифт на станции 101 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, T_p ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на противопожарных отсеков:

Отсек №1:представляет собой часть общественной зоны на уровне платформы и вестибюля, площадь пожарной зоны составляет 1903 м², имеется 1 вход и 2 аварийных выхода, все выходят непосредственно на улицу

Отсек №2: зона для помещений по обслуживанию оборудования на западном конце зала станции (оси 5-9) является зоной с постоянным присутствием персонала, площадь пожарной зоны составляет 1391 м², имеется 4 аварийных выхода, 2 из которых ведут непосредственно на улицу, а 2 — в соседнюю пожарную зону.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения для оборудования, расположенные в южной части платформы, общей площадью 130 м², без персонала, с одним эвакуационным выходом в соседнюю пожарную зону.

Отсек №4: помещения для оборудования, расположенные в северной части платформы, общая площадь 26 м², без персонала, с одним эвакуационным выходом в соседнюю противопожарную зону.

Отсек №5: помещения для оборудования, расположенные на первом подземном этаже, общая площадь 257 м², помещения без персонала, 2 аварийных выхода, один через эвакуационную лестницу прямо на улицу, один через металлическую лестницу прямо на улицу.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 101 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✔
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✔
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✔

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.

- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.

- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.

- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.

- Огнетушители не должны быть заперты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).

- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).

- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. **Система противопожарного водопровода** (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.

3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.

4. Протокол дозиметрического контроля.

5. Протокол измерений радона.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 102 (пусковой комплекс-21)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-02-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта"Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 102 (пусковой комплекс-21)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-02-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Состав проекта....11
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....28
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....29
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....34
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....35
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выходы....41

На станции для входа и выхода пассажиров предусмотрен 1 выход А, который ведет прямо на улицу. Для обеспечения эвакуации из общественных зон станции между осями 5-6 общественной зоны предусмотрен еще 1 аварийный выход № 2. Для эвакуации из зоны оборудования станции предусмотрены 3 аварийных выхода. Схема входов и выходов из общественных зон станции была скорректирована в соответствии с письмом заказчика (№ 2024-17) и техническим заданием (ZTAE-JSLXD-2024-027).....41
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....41
2.8.2. Лестницы и поручни.....41
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....42
2.9. Подземная насосная станция.....42
3. Конструктивные решения.....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....43
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....43
3.1.3. Особые условия пересечений.....44
3.1.4. Метод укладки балок.....44
3.2. Конструкции железобетонные.....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....44
3.2.2 Общие положения по армированию.....45
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....46
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....46
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....47
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....48
3.3.1. Фасадные конструкции.....48
3.3.2. Кровельные работы.....48
3.4. Основные материалы.....49
3.4.1. Бетон.....49
3.4.2. Арматурная сталь.....50
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....51
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....51
3.4.5. Сварочные материалы.....52
3.4.6. Болтовые соединения.....52
3.4.7. Конструкция моста.....53
4. Технологические решения.....55
4.1. Эскалаторные системы.....55
4.1.1. Основные принципы проектирования.....55
4.1.2. Лифты.....56
4.1.3. Лестницы и перила.....58
4.1.4. Нумерация оборудования.....58
4.1.5. Общие требования.....59
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....60
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....60
5.1.1. Общественные зоны станций.....60
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....60
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....61
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....61
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....61
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....63
5.2.4. Состав системы.....63
5.2.5. Принцип работы.....63
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....63

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*63*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*64*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....64
5.3.1. Общественные зоны станций.....*64*
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*65*
5.3.3. Воздуховоды.....*65*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*66*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*66*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**68**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....68
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*68*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*68*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*69*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....69
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*69*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*70*
6.2.3. Арматура.....*71*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*71*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*71*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*73*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*75*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....75
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*75*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*75*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*75*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*76*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*76*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*76*
6.3.7. Дополнительные требования.....*77*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....77
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*77*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*77*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*77*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*78*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*78*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*78*
6.4.7. Нормативная база.....*79*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....79
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*79*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*79*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*81*
7. Электроснабжение.....**83**
7.1. Энергоснабжение и управление.....83
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*83*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*83*
7.1.3. Управление оборудованием.....*84*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*84*
7.2. Распределение и управление освещением.....84
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*84*
7.2.2. Классификация освещения.....*84*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*85*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*85*

7.2.5. Нормативы и мощность.....*86*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....86
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*86*
7.3.2. Установка оборудования.....*88*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению.....89
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....*89*
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....*90*
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....*90*
7.5. Проектирование наружного освещения.....91
7.5.1. Общие требования.....*91*
7.5.2. Нагрузка и распределение.....*91*
7.5.3. Кабели и проводка.....*91*
7.5.4. Качество напряжения.....*91*
7.6. Проектирование осветительных установок.....91
7.6.1. Общие требования к светильникам.....*91*
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....*91*
7.6.3. Наружное освещение.....*91*
7.6.4. Оборудование и монтаж.....*92*
7.7. Молниезащита и заземление.....92
7.7.1. Общие положения.....*92*
7.7.2. Защитное заземление.....*92*
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....*92*
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....*93*
7.7.5. Молниезащита.....*93*
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....*93*
7.7.7. Связь металлических элементов.....*93*
7.8. Пояснения к обозначениям.....94
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....*94*
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....*94*
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....*94*
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....*94*
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....*94*
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....*94*
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....94
7.9.1. Схема подключения.....*94*
7.9.2. Режимы эксплуатации.....*95*
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....95
7.10.1. Схема подключения.....*95*
7.10.2. Режимы эксплуатации.....*95*
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....96
7.12. Защита от перенапряжений.....96
7.13. Заземление и безопасность.....96
7.13.1. Общие требования.....*96*
7.13.2. Реализация заземления.....*97*
8. Слаботочные сети.....98
8.1. Слаботочные сети.....98
8.1.1. Объём проектирования.....*98*
8.1.2. Транспортные системы связи.....*98*
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....*98*
8.1.4. Система видеонаблюдения.....*99*
8.1.5. Системы беспроводной связи.....*99*
8.1.6. Подсистемы.....*100*

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....*100*
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....*100*
8.1.9. Общие требования.....*101*
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....*101*
8.1.11. Зоны вещания:.....*101*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации).....101
8.2.1. Состав системы.....*101*
8.2.2. Функции системы.....*101*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования.....*102*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS).....103
8.3.1. Общие сведения.....*103*
8.3.2. Состав системы FAS.....*103*
8.3.3. Основные функции системы.....*104*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами.....*105*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей.....*106*
8.3.6. Электроснабжение и заземление.....*107*
8.3.7. Освещение перегонов.....*107*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению.....*107*
8.3.8. Стандарты освещённости.....*107*
8.3.9. Расположение оборудования.....*107*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения.....*108*
8.3.11. Система освещения.....*108*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность.....*108*
8.3.13. Требования к оборудованию.....*109*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей.....*109*
8.3.15. Функции и уровни управления.....*110*
8.3.16. Интеграция подсистем.....*110*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP).....*111*
8.3.18. Энергомониторинг.....*111*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования.....111
8.4.1. Общие требования к прокладке.....*111*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций.....*111*
8.4.3. Требования к открытой прокладке.....*112*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка.....*112*
8.4.5. Установка оборудования.....*112*
8.5. Системные интерфейсы.....112
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD.....*113*
8.6. Интерфейсы IBP-панели.....114
8.7. Электропитание.....114
8.8. Заземление.....114
9. Межсистемная интеграция.....115
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению.....*115*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....*115*
9.1.3. Взаимодействие с FAS.....*115*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией.....*115*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием.....*116*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением.....*116*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами.....*117*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD).....*117*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами.....*117*
9.1.10. Взаимодействие со строителями.....*117*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой.....*117*

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....117
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....117
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....118
9.2. Интерфейсы системы BAS....118
9.2.1. Общие принципы....118
9.2.2. Перечень интерфейсов....118
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....119
9.2.4. Заземление BAS....119
9.2.5. Заключительные положения....119
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий....120
10.1. Степень огнестойкости....120
10.2. Проезжая часть для пожарных машин....120
10.3. Противопожарные отсеки....120
10.4. Противопожарные конструкции....121
10.5. Незадымляемые зоны....122
10.6. Безопасная эвакуация....122
10.6.1. Противопожарные расстояния....122
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций....122
10.6.3. Меры по предотвращению затопления....123
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа....123
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление....123
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры....123
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения....124
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)....124
Перечень приложений....125

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры....22
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды....26
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций....35
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений....37
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям....42
Таблица 3.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады....53
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора....54
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов....56
Таблица 5.1: Вентиляция помещений....64
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб....65
Таблица 7.1: Марки и сечения....86
Таблица 7.2: Распределительные щиты....87
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ....94
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В....94
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов....95
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования....100
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре....104
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами....104
Таблица 8.4: Интеграция подсистем....109
Таблица 8.5: Системные интерфейсы....111
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией....115

Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....117
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....122

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 https://english.bucg.com/

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	102	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**														+					
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-02-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-02-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-0МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-02-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-02-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-02-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-02-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-02-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-02-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.

ALRT-P1-03-02-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-02-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-02-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-02-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-02-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-02-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-02-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-02-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-02-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-02-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-02-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-02-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-02-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-02-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-02-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-02-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 102 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 102 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Подтверждение проекта соединения пешеходного моста со зданием Abu Dhabi Plaza (письмо ZTAE-JSLXD-2018-106).
4. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
5. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 102 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»

48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» **- ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.50/24/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (360.900)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000 (359.850)

19	Строительный объем станции (м³)	45502.53
20	Общая площадь станции (м²)	6306
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	298/4806
22	Площадь вспомогательных зданий станций (подземных / надземных) (м ²)	882/320
23	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1927.10 5802.39
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Станция 102 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 102 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два

небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112

рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;

- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Станция 102 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 102 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,300 м. (в осях)
Ширина здания: 22,600 м в осях
Высота сооружения: 23,8 м.
Размеры основного здания: 86,700 м (длина) х 24,200 м (ширина), высота — 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 4765,76 м², в том числе:
Основное здание: 5 264м² (включая надземную часть — 4 966 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

На станции для входа и выхода пассажиров предусмотрен 1 выход А, который ведет прямо на улицу. Для обеспечения эвакуации из общественных зон станции между осями 5-6 общественной зоны предусмотрен еще 1 аварийный выход № 2. Для эвакуации из зоны оборудования станции предусмотрены 3 аварийных выхода. Схема входов и выходов из общественных зон станции была скорректирована в соответствии с письмом заказчика (№ 2024-17) и техническим заданием (ZTAE-JSLXD-2024-027).

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов A и B (лифт у входа B используется совместно с зданием Abu Dhabi Plaza).

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 348,563 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 358,613 м).

Относительная отметка верха рельсов: + 9,000(абсолютная — 357,563 м).

Относительная отметка уровня земли: –0,600, (абсолютная —347,963 м).

Продольный уклон составляет около 0,3%.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X=-7758,5543, Y=-1086,6672.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс B1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

На станции для входа и выхода пассажиров предусмотрен 1 выход А, который ведет прямо на улицу. Для обеспечения эвакуации из общественных зон станции между осями 5-6 общественной зоны предусмотрен еще 1 аварийный выход № 2. Для эвакуации из зоны оборудования станции предусмотрены 3 аварийных выхода. Схема входов и выходов из общественных зон станции была скорректирована в соответствии с письмом заказчика (№ 2024-17) и техническим заданием (ZTAE-JSLXD-2024-027).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — соединяется с небоскрёбом Abu Dhabi Plaza .

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением.. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-02-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA2, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 3.2*: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады*

Пикет по оси правого пути	**Обратный пролет**	**Пролет балки**	**Номер платформы**	**Высота опоры**	**Тип платформы**
K1+999.440	30	30.м сборная двухполосная А-образная балка	BR1	348.710	/
K2+029.440	30		BR2	348.710	DA1-C7
K2+059.440	30		BR3	348.259	DA1-C7
K2+089.440	30		BR4	348.349	DA1-C7
K2+119.440	30		BR5	347.939	DA1-C7
K2+149.440	25	25.м сборная двухполосная А-образная балка	BR6	347.529	DA1-C7
K2+174.440	30	30.м сборная двухполосная А-образная балка	BR7	347.604	DA1-C7
K2+204.440	30		BR8	347.694	DA1-C7
K2+234.440	30		BR9	346.784	DA2-C1
K2+264.440	30		BR10	346.874	DA2-C1
K2+294.440	30		BR11	347.964	DA1-C7
K2+324.440	30		BR12	348.054	DA1-C7
K2+354.440	30		BR13	348.144	DA1-C7
K2+384.440	30		BR14	348.234	DA1-C7
K2+414.440	30		BR15	348.324	DA1-C7
K2+444.440	30		BR16	348.414	DA1-C7
K2+474.440	30		BR17	347.504	DA2-C1
K2+504.440	30		BR18	347.594	DA2-C1
K2+534.440	30		BR19	347.684	DA2-C1
K2+564.440	30		BR20	347.774	DA2-C1
K2+594.440	30		BR21	347.860	DA2-C1
K2+624.440	30		BR22	347.826	DA2-C1
K2+654.440	30		BR23	347.736	DA2-C1
K2+684.440	30		BR24	347.646	DA2-C1

K2+714.440	30		BR25	347.556	DA2-C1
K2+744.440	30		BR26	347.466	DA2-C1
K2+774.440	30		BR27	347.376	DA2-C1
K2+804.440	30		BR28	347.286	DA2-C1
K2+834.440	30		BR29	348.196	DA1-C7
K2+864.440	30		BR30	348.041	DA1-C7

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-

	проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC102-1(N)` — эскалатор на станции 102, первый, внутри станции;
- `ELE102-1(KA)` — лифт на станции 102 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

Таблица *8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2470м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–5), площадь — 1036м, из которых площадь помещений для управления оборудованием на уровне зала станции составляет 840 м²,². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещение для оборудования, расположенное в юго-западной части платформы, без персонала, общая площадь 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения для оборудования, расположенные на северо-западном уровне платформы, без персонала, общая площадь 25 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5:помещение для оборудования, расположенное в северо-восточной части платформы, без персонала, общая площадь 19 м², без персонала.

Отсек №6:помещение для оборудования, расположенное в юго-восточной части платформы, без персонала, общая площадь 32 м², без персонала.

Отсек №7:для подземного помещения пожарной насосной станции площадью 298,00 м², предназначенного для работы без персонала, оборудовано 2 аварийных выхода, один из которых представляет собой лестничную клетку, ведущую непосредственно на улицу, а другой — металлическую вертикальную лестницу, ведущую непосредственно на улицу. Каждая противопожарная зона должна быть отделена противопожарной стеной с огнестойкостью 3 часа. Общественные зоны вестибюля и платформы составляют одну противопожарную зону площадью не более 5000 м²; максимальная площадь каждой противопожарной зоны в зоне управления оборудованием не должна превышать 2500 м². Схема противопожарных зон приведена на планах этажей..

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;

- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 102 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.

3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.

4. Протокол дозиметрического контроля.

5. Протокол измерений радона.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 103 (пусковой комплекс-22)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-03-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта"Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 103 (пусковой комплекс-22)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-03-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....9
1. Общие положения....10
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....10
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....10
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....11
1.1.3. Документация смежных специальностей....11
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....11
1.3. Технико-экономические показатели проекта....20
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....20
Основные технические параметры....20
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....21
1.4.1. Климатические условия....21
1.4.2. Гидрологические условия....22
1.4.3. Гидрогеологические условия....22
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....25
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....38
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....38
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....39
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....39
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....39
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....40
2.4. Внутренние и наружные стены....40
2.5. Оконные и дверные перемычки....41
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....42
2.7. Выходы....42
2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции....42

2.7.2. Выход B соединяется с основным зданием станции и с Abu Dhabi Plaza.....43
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 43
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....43
2.8.2. Лестницы и поручни.....44
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....44
2.9. Подземная насосная станция.....45
3. Конструктивные решения.....46
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....46
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....46
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....47
3.1.3. Особые условия пересечений.....47
3.1.4. Метод укладки балок.....47
3.2. Конструкции железобетонные.....47
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....47
3.2.2 Общие положения по армированию.....48
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....50
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....50
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....51
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....52
3.3.1. Фасадные конструкции.....52
3.3.2. Кровельные работы.....53
3.4. Основные материалы.....54
3.4.1. Бетон.....54
3.4.2. Арматурная сталь.....55
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....56
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....57
3.4.5. Сварочные материалы.....58
3.4.6. Болтовые соединения.....59
3.4.7. Конструкция моста.....59
4. Технологические решения.....62
4.1. Эскалаторные системы.....62
4.1.1. Основные принципы проектирования.....62
4.1.2. Лифты.....64
4.1.3. Лестницы и перила.....66
4.1.4. Нумерация оборудования.....66
4.1.5. Общие требования.....67
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....68
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....68
5.1.1. Общественные зоны станций.....68
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....68
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....70
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....70
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....70
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....72
5.2.4. Состав системы.....72
5.2.5. Принцип работы.....72
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....73
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....73
5.2.8. Конфигурация системы управления.....73
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....74
5.3.1. Общественные зоны станций.....74
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....74

5.3.3. Воздуховоды *75*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *76*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *77*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **79**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 79
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *79*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *79*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *80*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 81
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *81*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *82*
6.2.3. Арматура *83*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *83*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *84*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *86*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *88*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 88
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *88*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *89*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *89*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *90*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *90*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *90*
6.3.7. Дополнительные требования *91*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 91
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *91*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *91*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *92*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *92*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *92*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *93*
6.4.7. Нормативная база *93*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 94
6.5.1. Прокладка трубопроводов *94*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *94*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *97*
7. Электроснабжение **99**
7.1. Энергоснабжение и управление 99
7.1.1. Общая схема электроснабжения *99*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *99*
7.1.3. Управление оборудованием *100*
7.1.4. Безопасность и коммутация *100*
7.2. Распределение и управление освещением 101
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *101*
7.2.2. Классификация освещения *101*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *101*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *102*
7.2.5. Нормативы и мощность *103*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 103
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *103*
7.3.2. Установка оборудования *105*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 107

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....*107*
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....*108*
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....*108*
7.5. Проектирование наружного освещения.....109
7.5.1. Общие требования.....*109*
7.5.2. Нагрузка и распределение.....*109*
7.5.3. Кабели и проводка.....*109*
7.5.4. Качество напряжения.....*109*
7.6. Проектирование осветительных установок.....109
7.6.1. Общие требования к светильникам.....*109*
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....*110*
7.6.3. Наружное освещение.....*110*
7.6.4. Оборудование и монтаж.....*110*
7.7. Молниезащита и заземление.....110
7.7.1. Общие положения.....*110*
7.7.2. Защитное заземление.....*110*
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....*111*
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....*111*
7.7.5. Молниезащита.....*111*
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....*112*
7.7.7. Связь металлических элементов.....*112*
7.8. Пояснения к обозначениям.....112
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....*112*
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....*113*
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....*113*
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....*113*
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....*113*
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....*113*
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....113
7.9.1. Схема подключения.....*113*
7.9.2. Режимы эксплуатации.....*114*
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....114
7.10.1. Схема подключения.....*114*
7.10.2. Режимы эксплуатации.....*115*
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....115
7.12. Защита от перенапряжений.....116
7.13. Заземление и безопасность.....116
7.13.1. Общие требования.....*116*
7.13.2. Реализация заземления.....*116*
8. Слаботочные сети.....118
8.1. Слаботочные сети.....118
8.1.1. Объём проектирования.....*118*
8.1.2. Транспортные системы связи.....*118*
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....*119*
8.1.4. Система видеонаблюдения.....*119*
8.1.5. Системы беспроводной связи.....*120*
8.1.6. Подсистемы.....*120*
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....*121*
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....*121*
8.1.9. Общие требования.....*121*
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....*122*
8.1.11. Зоны вещания:.....*122*

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....122
8.2.1. Состав системы....*122*
8.2.2. Функции системы....*123*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*124*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....125
8.3.1. Общие сведения....*125*
8.3.2. Состав системы FAS....*125*
8.3.3. Основные функции системы....*126*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*128*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*128*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*130*
8.3.7. Освещение перегонов....*130*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*130*
8.3.8. Стандарты освещённости....*130*
8.3.9. Расположение оборудования....*130*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*131*
8.3.11. Система освещения....*131*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*132*
8.3.13. Требования к оборудованию....*132*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*133*
8.3.15. Функции и уровни управления....*134*
8.3.16. Интеграция подсистем....*134*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*135*
8.3.18. Энергомониторинг....*135*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....135
8.4.1. Общие требования к прокладке....*135*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*136*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*136*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*136*
8.4.5. Установка оборудования....*136*
8.5. Системные интерфейсы....137
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*138*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....138
8.7. Электропитание....139
8.8. Заземление....139
9. Межсистемная интеграция....140
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*140*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*140*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*141*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*141*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*141*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*142*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*142*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*143*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*143*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*143*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*143*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*143*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*144*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*144*
9.2. Интерфейсы системы BAS....144
9.2.1. Общие принципы....*144*

9.2.2. Перечень интерфейсов.....144
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....145
9.2.4. Заземление BAS.....145
9.2.5. Заключительные положения.....145
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....**147**
10.1. Степень огнестойкости.....147
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....147
10.3. Противопожарные отсеки.....148
10.4. Противопожарные конструкции.....149
10.5. Незадымляемые зоны.....149
10.6. Безопасная эвакуация.....150
10.6.1. Противопожарные расстояния.....150
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....150
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....150
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....151
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....151
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....151
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....152
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....153
Перечень приложений.....**154**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....20
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....25
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....36
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....39
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....46
Таблица 3.2: Таблиц типов стандартных платформ.....61
Таблица 3.3: Таблица типов опор узловых мостов.....61
Таблица 3.4: Таблица статистических пересечений дорог.....61
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....62
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....64
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....74
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....76
Таблица 7.1: Марки и сечения.....104
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....105
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....114
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....115
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....115
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....122
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....127
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....128
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....134
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....137
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....141
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....144
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....151

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			
COM	**Конструкции станции связи**																			
ISCS	**Интегрированная система мониторинга**																			
BAS	**Система автоматизации зданий**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-03-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-03-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-03-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-03-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-03-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-03-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-03-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-03-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-03-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-03-02-07-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного стального моста.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-03-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-03-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-03-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-03-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-03-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-03-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-03-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-03-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-03-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-03-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-03-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-03-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-03-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-03-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 103 расположена на третьем участке линии, на пересечении улицы Кабанбай-Бадерова и планируемого перекрестка, на западной стороне планируемой зеленой зоны. Существующая дорога имеет ширину около 20 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 112 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	2
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.7/24.2/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	9.150 (360.195)
18	Эффективная высота рельсового	8.100 (359.145)

	полотна в центре платформы (м)	
19	Строительный объем станции (м³)	45502.53
20	Общая площадь станции (м²)	6391
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	298/4640
22	Площадь вспомогательных зданий станций (подземных / надземных) (м ²)	893/560
23	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1927.10 5802.39
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 103 расположена на третьем участке линии, на пересечении улицы Кабанбай-Бадерова и планируемого перекрестка, на западной стороне планируемой зеленой зоны. Существующая дорога имеет ширину около 20 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 103 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 103 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	Т1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Станция 103 расположена на третьем участке линии, на пересечении улицы Кабанбай-Батыра и планируемого перекрестка, на западной стороне планируемой зеленой зоны. Существующая дорога имеет ширину около 20 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,300 м.
Ширина здания: 22,600 м
Размеры основного здания: 86,700 м (длина) х 24,200 м (ширина), высота — 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 60 м.
Общая площадь здания станции: 6391м², в том числе:
Основное здание: 4938 м² (включая надземную часть —4640 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);
Общая площадь вспомогательных зданий: 1453 м²

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Вход А и расположен по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 2 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:
Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 351,045 м).
Относительная отметка платформы: + 9,150 (абсолютная —360,195 м).
Относительная отметка верха рельсов: +8,100 (абсолютная — 359,145 м).
Относительная отметка уровня земли: -1,350~-1,200 (абсолютная — 349,695~349,845 м).
Продольный уклон в пределах станции: 0.12%

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.
Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X=-13434,3459, Y=484,5675.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.
Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.
Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).
Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;

- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое	Электропитание, освещение

электроснабжение	
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Западная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Центральная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выхода А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести В1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

- На станции имеется 2 наземных входа, в том числе один отдельный вход и один вход из подземного перехода. Вход А является прямым выходом на поверхность, а вход А1 расположен на другой стороне перехода через дорогу от основного здания станции. На

западной стороне общественной зоны основного здания станции имеются четыре аварийных выхода, один из которых является аварийным выходом из общественной зоны, а в зоне оборудования имеются три аварийных выхода. Все входы и выходы станции были спроектированы в соответствии с требованиями заказчика Хафана, одобрены планирующими органами и соответствуют требованиям действующих норм

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;

- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;
δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/,0003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Остновные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-03-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-

	проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC103-1(N)` — эскалатор на станции 103, первый, внутри станции;
- `ELE103-1(KA)` — лифт на станции 103 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
    1. аварийное освещение;
    2. нормальное освещение;
    3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2278 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2:помещений для управления оборудованием на северном конце зала станции (оси 4-8), общая площадь пожарной зоны составляет 906 м², зона охраняется, имеется 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения для оборудования, расположенные в северо-восточной части платформы, общая площадь 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4:помещения для оборудования, расположенные на юго-востоке платформы, общая площадь 25 м²; без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения для оборудования, расположенные в северо-западной части платформы, общая площадь 19 м²; без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения для оборудования, расположенные в юго-западной части платформы, общая площадь 32 м², без персонала.

Отсек №7: подземная зона пожарных насосных помещений площадью 298,00 м², без персонала.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 103 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✔
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✔
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✔

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.

- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.

- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.

- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.

- Огнетушители не должны быть заперты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).

- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).

- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. **Система противопожарного водопровода** (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.

3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.

4. Протокол дозиметрического контроля.

5. Протокол измерений радона.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта"Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 104(пусковой комплекс-23)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-04-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 104 (пусковой комплекс-23)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-04-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Ведомость комплектов рабочих чертежей....11
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход A соединяется с основным зданием станции.....40
2.7.2. Выход B соединяется с основным зданием станции и с Abu Dhabi Plaza.....40
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....40
2.8.2. Лестницы и поручни.....41
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....41
2.9. Подземная насосная станция.....41
3. Конструктивные решения.....42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....42
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....43
3.1.3. Особые условия пересечений.....43
3.1.4. Метод укладки балок.....43
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....43
3.2.2 Общие положения по армированию.....44
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....45
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....45
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....46
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....47
3.3.2. Кровельные работы.....48
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....48
3.4.2. Арматурная сталь.....49
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....50
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....51
3.4.5. Сварочные материалы.....51
3.4.6. Болтовые соединения.....52
3.4.7. Конструкция моста.....52
4. Технологические решения.....54
4.1. Эскалаторные системы.....54
4.1.1. Основные принципы проектирования.....54
4.1.2. Лифты.....56
4.1.3. Лестницы и перила.....57
4.1.4. Нумерация оборудования.....58
4.1.5. Общие требования.....58
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....59
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....59
5.1.1. Общественные зоны станций.....59
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....59
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....60
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....60
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....60
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....62
5.2.4. Состав системы.....62
5.2.5. Принцип работы.....62
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....62
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....62
5.2.8. Конфигурация системы управления.....63
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....63
5.3.1. Общественные зоны станций.....63

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*64*
5.3.3. Воздуховоды.....*64*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*65*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*65*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**67**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....67
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*67*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*67*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*68*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....68
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*68*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*69*
6.2.3. Арматура.....*70*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*70*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*70*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*72*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*74*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....74
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*74*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*74*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*75*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*75*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*75*
6.3.7. Дополнительные требования.....*76*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....76
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*76*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*76*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*76*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*77*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*77*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*77*
6.4.7. Нормативная база.....*78*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....78
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*78*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*78*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*80*
7. Электроснабжение.....**82**
7.1. Энергоснабжение и управление.....82
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*82*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*82*
7.1.3. Управление оборудованием.....*83*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*83*
7.2. Распределение и управление освещением.....83
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*83*
7.2.2. Классификация освещения.....*83*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*84*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*84*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*85*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....85
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*85*
7.3.2. Установка оборудования.....*87*

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....88
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....88
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....89
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....89
7.5. Проектирование наружного освещения....90
7.5.1. Общие требования....90
7.5.2. Нагрузка и распределение....90
7.5.3. Кабели и проводка....90
7.5.4. Качество напряжения....90
7.6. Проектирование осветительных установок....90
7.6.1. Общие требования к светильникам....90
7.6.2. Энергоэффективность и управление....90
7.6.3. Наружное освещение....90
7.6.4. Оборудование и монтаж....91
7.7. Молниезащита и заземление....91
7.7.1. Общие положения....91
7.7.2. Защитное заземление....91
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....91
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....92
7.7.5. Молниезащита....92
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....92
7.7.7. Связь металлических элементов....92
7.8. Пояснения к обозначениям....93
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....93
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....93
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....93
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....93
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....93
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....93
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....93
7.9.1. Схема подключения....93
7.9.2. Режимы эксплуатации....94
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....94
7.10.1. Схема подключения....94
7.10.2. Режимы эксплуатации....94
7.11. Конфигурация измерительных приборов....95
7.12. Защита от перенапряжений....95
7.13. Заземление и безопасность....95
7.13.1. Общие требования....95
7.13.2. Реализация заземления....96
8. Слаботочные сети....97
8.1. Слаботочные сети....97
8.1.1. Объём проектирования....97
8.1.2. Транспортные системы связи....97
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....97
8.1.4. Система видеонаблюдения....98
8.1.5. Системы беспроводной связи....98
8.1.6. Подсистемы....99
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....99
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....99
8.1.9. Общие требования....100
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....100

8.1.11. Зоны вещания: *100*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) 100
8.2.1. Состав системы *100*
8.2.2. Функции системы *100*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *101*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 102
8.3.1. Общие сведения *102*
8.3.2. Состав системы FAS *102*
8.3.3. Основные функции системы *103*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *104*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *105*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *106*
8.3.7. Освещение перегонов *106*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *106*
8.3.8. Стандарты освещённости *106*
8.3.9. Расположение оборудования *106*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *107*
8.3.11. Система освещения *107*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *107*
8.3.13. Требования к оборудованию *108*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *108*
8.3.15. Функции и уровни управления *109*
8.3.16. Интеграция подсистем *109*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *110*
8.3.18. Энергомониторинг *110*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 110
8.4.1. Общие требования к прокладке *110*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *110*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *111*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *111*
8.4.5. Установка оборудования *111*
8.5. Системные интерфейсы 111
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *112*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 113
8.7. Электропитание 113
8.8. Заземление 113
9. Межсистемная интеграция 114
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *114*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *114*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *114*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией *114*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *115*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *115*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *116*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *116*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *116*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *116*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *116*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *116*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *117*
9.2. Интерфейсы системы BAS 117

9.2.1. Общие принципы....117
9.2.2. Перечень интерфейсов....117
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....118
9.2.4. Заземление BAS....118
9.2.5. Заключительные положения....118
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий....119
10.1. Степень огнестойкости....119
10.2. Проезжая часть для пожарных машин....119
10.3. Противопожарные отсеки....119
10.4. Противопожарные конструкции....120
10.5. Незадымляемые зоны....121
10.6. Безопасная эвакуация....121
10.6.1. Противопожарные расстояния....121
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций....121
10.6.3. Меры по предотвращению затопления....122
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа....122
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление....122
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры....122
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения....123
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)....123
Перечень приложений....124

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры....22
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды....26
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций....35
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений....37
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям....42
Таблица 3.2: Таблиц типов стандартных платформ....53
Таблица 3.3: Таблица типов опор узловых мостов....54
Таблица 3.4: Таблица статистических пересечений дорог....54
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора....55
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов....56
Таблица 5.1: Вентиляция помещений....64
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб....65
Таблица 7.1: Марки и сечения....86
Таблица 7.2: Распределительные щиты....87
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ....94
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В....94
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов....95
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования....100
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре....104
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами....104
Таблица 8.4: Интеграция подсистем....109
Таблица 8.5: Системные интерфейсы....111
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией....115
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем....117
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации....122

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;

1 https://english.bucg.com/

6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электросна**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	бжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

1. Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-04-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-04-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-04-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-04-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-04-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-04-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-04-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-04-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.

ALRT-P1-03-04-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-04-02-07-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Пешеходный стальной мост на входе и выходе
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-04-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-04-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-04-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-04-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-04-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-04-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-04-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-04-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-04-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-04-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-04-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-04-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-04-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-04-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 104 — сто четвертая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,39 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 104 относится к типу два этажа и технический, надземная станция с боковым расположением платформ, расположена посередине улицы Сыганак.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 104 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Двухэтажное здание с боковым подходом
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	86.50/24/18.97
18	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (360.751)

19	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	9.000(359.751)
20	Строительный объем станции ($м^3$)	45502.53
21	Общая площадь станции ($м^2$)	5223
22	Общая площадь здания станции (подземная/ надземная)($м^2$)	298/4925
23	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли ($м^3$)	1739.14
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Станция 104 является четвертой станцией на данной линии. Она расположена на юго-западной стороне перекрестка улицы Кабанбай-Батыра и планируемого перекрестка. Существующая дорога имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышении над дорогой. На южной стороне запланировано строительство муниципальных объектов, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два

небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112

рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;

- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Кабанбай батыра имеет:
Текущая ширина проезжей части — 17 м; после реконструкции — 80 м (включая центральную зелёную полосу шириной).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1):вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 86,5 м.
Ширина здания: 24 м
Высота сооружения: 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь станции: 6295 м², в том числе:
Надземную часть —4795 м² и подземные коммуникационные шахты — 298м²);
Вспомогательные сооружения: 1 202 м² (вход А с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Вход А расположен по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 350,751 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 360,801 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 359,751 м).

Относительная отметка уровня земли: –0,450 (абсолютная — 350,301 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –12659,6122, Y = – 292,5136.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Западная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Центральная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выхода А.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/300 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Остновные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-04-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-

	проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC104-1(N)` — эскалатор на станции 104, первый, внутри станции;
- `ELE104-1(KA)` — лифт на станции 104 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2379 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2:зона помещений для управления оборудованием на северном конце зала станции (оси 5-8) площадью 857 м² является зоной с постоянным присутствием персонала, мезонин зоны наземного оборудования площадью 155 м² является одной пожарной зоной (количество людей в зоне не превышает 50 человек), общая площадь здания составляет 1008 м², имеется 3 аварийных выхода, три из которых ведут непосредственно на улицу.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещение для оборудования, расположенное в северо-восточной части платформы, является помещением без постоянного присутствия персонала, его общая площадь составляет 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения для оборудования, расположенные в юго-восточной части платформы, являются помещениями без постоянного присутствия персонала, их общая площадь составляет 25 м². Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5:помещение для оборудования, расположенное в северо-западной части платформы, является помещением без постоянного дежурного, его общая площадь составляет 19 м

Отсек №6: помещение для оборудования, расположенное в юго-западной части платформы, является помещением без постоянного дежурного, его общая площадь составляет 32 м².

Отсек №7: зона пожарных насосных на первом подземном этаже, площадь 298,00 м²; имеется 2 аварийных выхода, оба ведут прямо на улицу, один из них оборудован стальной лестницей.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Выход В соединён с зданием «Abu Dhabi Tower» пешеходным мостом. Поскольку он используется как эвакуационный выход из здания, но не как аварийный выход из станции, в месте

соединения моста и станции установлены постоянно открытые противопожарные двери, автоматически закрывающиеся при пожаре.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 104 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Справка об отсутствии скотомогильников

3. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

4. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

5. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

7. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

8. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 105 (пусковой комплекс-24)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-05-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 105 (пусковой комплекс-24)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-05-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции....40
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих....41
2.8.2. Лестницы и поручни....41
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения....41
2.9. Подземная насосная станция....42
3. Конструктивные решения....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки....43
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации....43
3.1.3. Особые условия пересечений....44
3.1.4. Метод укладки балок....44
3.2. Конструкции железобетонные....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия....44
3.2.2 Общие положения по армированию....45
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн....46
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)....46
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий....47
3.3. Наружные фасады и кровельные работы....48
3.3.1. Фасадные конструкции....48
3.3.2. Кровельные работы....48
3.4. Основные материалы....49
3.4.1. Бетон....49
3.4.2. Арматурная сталь....50
3.4.3. Сталь для металлических конструкций....51
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов....51
3.4.5. Сварочные материалы....52
3.4.6. Болтовые соединения....52
3.4.7. Конструкция моста....53
4. Технологические решения....54
4.1. Эскалаторные системы....54
4.1.1. Основные принципы проектирования....54
4.1.2. Лифты....55
4.1.3. Лестницы и перила....57
4.1.4. Нумерация оборудования....57
4.1.5. Общие требования....58
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха....59
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления....59
5.1.1. Общественные зоны станций....59
5.1.2. Помещения для управления и оборудования....59
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)....60
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции....60
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева....60
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)....62
5.2.4. Состав системы....62
5.2.5. Принцип работы....62
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности....62
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей....62
5.2.8. Конфигурация системы управления....63
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)....63
5.3.1. Общественные зоны станций....63
5.3.2. Помещения для управления и оборудования....64

5.3.3. Воздуховоды *64*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *65*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *65*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **67**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 67
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *67*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *67*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *68*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 68
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *68*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *69*
6.2.3. Арматура *70*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *70*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *70*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *72*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *74*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 74
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *74*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *74*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *75*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *75*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *75*
6.3.7. Дополнительные требования *76*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 76
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *76*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *76*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *76*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *77*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *77*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *77*
6.4.7. Нормативная база *78*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 78
6.5.1. Прокладка трубопроводов *78*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *78*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *80*
7. Электроснабжение **82**
7.1. Энергоснабжение и управление 82
7.1.1. Общая схема электроснабжения *82*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *82*
7.1.3. Управление оборудованием *83*
7.1.4. Безопасность и коммутация *83*
7.2. Распределение и управление освещением 83
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *83*
7.2.2. Классификация освещения *83*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *84*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *84*
7.2.5. Нормативы и мощность *85*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 85
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *85*
7.3.2. Установка оборудования *87*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 88

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....88
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....89
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....89
7.5. Проектирование наружного освещения....90
7.5.1. Общие требования....90
7.5.2. Нагрузка и распределение....90
7.5.3. Кабели и проводка....90
7.5.4. Качество напряжения....90
7.6. Проектирование осветительных установок....90
7.6.1. Общие требования к светильникам....90
7.6.2. Энергоэффективность и управление....90
7.6.3. Наружное освещение....90
7.6.4. Оборудование и монтаж....91
7.7. Молниезащита и заземление....91
7.7.1. Общие положения....91
7.7.2. Защитное заземление....91
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....91
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....92
7.7.5. Молниезащита....92
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....92
7.7.7. Связь металлических элементов....92
7.8. Пояснения к обозначениям....93
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....93
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....93
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....93
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....93
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....93
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....93
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....93
7.9.1. Схема подключения....93
7.9.2. Режимы эксплуатации....94
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....94
7.10.1. Схема подключения....94
7.10.2. Режимы эксплуатации....94
7.11. Конфигурация измерительных приборов....95
7.12. Защита от перенапряжений....95
7.13. Заземление и безопасность....95
7.13.1. Общие требования....95
7.13.2. Реализация заземления....96
8. Слаботочные сети....97
8.1. Слаботочные сети....97
8.1.1. Объём проектирования....97
8.1.2. Транспортные системы связи....97
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....97
8.1.4. Система видеонаблюдения....98
8.1.5. Системы беспроводной связи....98
8.1.6. Подсистемы....99
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....99
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....99
8.1.9. Общие требования....100
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....100
8.1.11. Зоны вещания:....100

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....100
8.2.1. Состав системы....*100*
8.2.2. Функции системы....*100*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*101*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....102
8.3.1. Общие сведения....*102*
8.3.2. Состав системы FAS....*102*
8.3.3. Основные функции системы....*103*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*104*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*105*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*106*
8.3.7. Освещение перегонов....*106*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*106*
8.3.8. Стандарты освещённости....*106*
8.3.9. Расположение оборудования....*106*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*107*
8.3.11. Система освещения....*107*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*107*
8.3.13. Требования к оборудованию....*108*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*108*
8.3.15. Функции и уровни управления....*109*
8.3.16. Интеграция подсистем....*109*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*110*
8.3.18. Энергомониторинг....*110*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....110
8.4.1. Общие требования к прокладке....*110*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*110*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*111*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*111*
8.4.5. Установка оборудования....*111*
8.5. Системные интерфейсы....111
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*112*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....113
8.7. Электропитание....113
8.8. Заземление....113
9. Межсистемная интеграция....114
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*114*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*114*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*114*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*114*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*115*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*115*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*116*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*116*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*116*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*116*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*116*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*116*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*117*
9.2. Интерфейсы системы BAS....117
9.2.1. Общие принципы....*117*

9.2.2. Перечень интерфейсов *117*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *118*
9.2.4. Заземление BAS *118*
9.2.5. Заключительные положения *118*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **119**
10.1. Степень огнестойкости 119
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 119
10.3. Противопожарные отсеки 119
10.4. Противопожарные конструкции 120
10.5. Незадымляемые зоны 121
10.6. Безопасная эвакуация 121
10.6.1. Противопожарные расстояния *121*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *121*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *122*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *122*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *122*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *122*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *122*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *123*
Перечень приложений **124**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *22*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *27*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *38*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *43*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *54*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *56*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *64*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *65*
Таблица 7.1: Марки и сечения *86*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *87*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *94*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *94*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *95*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *100*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *104*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *104*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *109*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *111*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *115*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *117*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *122*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК..

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

1. Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-05-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-05-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-05-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-05-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-05-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-05-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-05-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-05-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-05-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-05-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-05-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-05-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-05-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-05-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-05-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-05-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-05-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-05-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-05-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-05-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-05-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-05-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-05-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-06-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 105 расположена на пятом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Бадара, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 105 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 105 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.5/24/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (360,251)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000 (359.201)

19	Строительный объем станции (м³)	45502.53
20	Общая площадь станции (м²)	5264
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	5264/298/4966
22	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1927.10 5802.39
23	Вместимость станции (чел)	172
24	Вместимость перегона (чел)	492
25	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 105 расположена на пятом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Бадара, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 105 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 105 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 105 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Расположение станций Станция 105 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 105 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,300 м. (в осях)
Ширина здания: 22,600 м в осях
размеры основного здания: 86,700 м (длина) x 24,200 м (ширина), высота — 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 5 264 м², в том числе:
Основное здание: 5264м² (включая надземную часть —4966 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А расположенпо обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:
Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 348,563 м).
Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 358,613 м).
Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 357,563 м).
Относительная отметка уровня земли: –0,900 (абсолютная — 347,663 м).
Продольный уклон в пределах станции составляет: 0,3.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.
Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X=-7758,5543, Y=-1086,6672

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.
Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.
Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).
Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;

- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое	Электропитание, освещение

электроснабжение	
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Западная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Центральная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выхода А.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370

- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;

- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основные участки стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;

- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-05-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-

	проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC105-1(N)` — эскалатор на станции 105, первый, внутри станции;
- `ELE105-1(KA)` — лифт на станции 105 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2470 м².

Отсек №2: зона помещений для управления оборудованием на южной стороне зала станции (оси 1-5), общая площадь противопожарной зоны составляет 1036 м², из которых площадь

помещений для управления оборудованием на уровне зала станции составляет 840 м², они охраняются и имеют 2 аварийных выхода, ведущих на улицу; площадь межэтажного помещения для оборудования составляет 196 м², оно охраняется и имеет 1 аварийный выход, ведущий на улицу.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3:помещение для оборудования, расположенное в юго-западной части платформы, без персонала, общая площадь 18 м²;

Отсек №4: помещения для оборудования, расположенные на северо-западном уровне платформы, без персонала, общая площадь 25 м²;

Отсек №5: помещение для оборудования, расположенное в северо-восточной части платформы, без персонала, общая площадь 19 м²

Отсек №6: помещение для оборудования, расположенное в юго-восточной части платформы, без персонала, общая площадь 32 м²;

Отсек №7: для подземного помещения пожарной насосной станции площадью 298,00 м², предназначенного для работы без персонала, оборудовано 2 аварийных выхода, один из которых представляет собой лестничную клетку, ведущую непосредственно на улицу, а другой — металлическую вертикальную лестницу, ведущую непосредственно на улицу.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 105 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✔
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✔
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✔

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.

- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.

- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.

- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.

- Огнетушители не должны быть заперты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).

- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).

- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. **Система противопожарного водопровода** (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Справка об отсутствии скотомогильников

3. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

4. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

5. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

7. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

8. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 106 (пусковой комплекс-25)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-06-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 106 (пусковой комплекс-25)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-06-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....13
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....13
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....13
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....14
1.3. Технико-экономические показатели проекта....21
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....21
Основные технические параметры....21
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Вход и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....37
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....40
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....40
2.8.2. Лестницы и поручни.....40
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....41
2.9. Подземная насосная станция.....41
3. Конструктивные решения.....42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....42
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....42
3.1.3. Особые условия пересечений.....43
3.1.4. Метод укладки балок.....43
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....43
3.2.2 Общие положения по армированию.....44
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....45
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....45
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....46
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....47
3.3.2. Кровельные работы.....47
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....48
3.4.2. Арматурная сталь.....49
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....50
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....50
3.4.5. Сварочные материалы.....51
3.4.6. Болтовые соединения.....51
3.4.7. Конструкция моста.....52
4. Технологические решения.....53
4.1. Эскалаторные системы.....53
4.1.1. Основные принципы проектирования.....53
4.1.2. Лифты.....55
4.1.3. Лестницы и перила.....56
4.1.4. Нумерация оборудования.....56
4.1.5. Общие требования.....57
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....58
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....58
5.1.1. Общественные зоны станций.....58
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....58
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....59
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....59
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....59
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....61
5.2.4. Состав системы.....61
5.2.5. Принцип работы.....61
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....61
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....61
5.2.8. Конфигурация системы управления.....62
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....62
5.3.1. Общественные зоны станций.....62
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....63

5.3.3. Воздуховоды.....*63*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*64*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*64*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**66**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....66
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*66*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*66*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*67*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....67
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*67*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*68*
6.2.3. Арматура.....*69*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*69*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*69*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*71*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*73*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....73
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*73*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*73*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*73*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*74*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*74*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*74*
6.3.7. Дополнительные требования.....*75*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....75
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*75*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*75*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*75*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*76*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*76*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*76*
6.4.7. Нормативная база.....*77*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....77
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*77*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*77*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*79*
7. Электроснабжение.....**81**
7.1. Энергоснабжение и управление.....81
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*81*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*81*
7.1.3. Управление оборудованием.....*82*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*82*
7.2. Распределение и управление освещением.....82
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*82*
7.2.2. Классификация освещения.....*82*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*83*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*83*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*84*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....84
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*84*
7.3.2. Установка оборудования.....*86*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению.....87

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....87
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....88
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....88
7.5. Проектирование наружного освещения.....89
7.5.1. Общие требования.....89
7.5.2. Нагрузка и распределение.....89
7.5.3. Кабели и проводка.....89
7.5.4. Качество напряжения.....89
7.6. Проектирование осветительных установок.....89
7.6.1. Общие требования к светильникам.....89
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....89
7.6.3. Наружное освещение.....89
7.6.4. Оборудование и монтаж.....90
7.7. Молниезащита и заземление.....90
7.7.1. Общие положения.....90
7.7.2. Защитное заземление.....90
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....90
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....91
7.7.5. Молниезащита.....91
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....91
7.7.7. Связь металлических элементов.....91
7.8. Пояснения к обозначениям.....92
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....92
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....92
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....92
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....92
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....92
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....92
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....92
7.9.1. Схема подключения.....92
7.9.2. Режимы эксплуатации.....93
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....93
7.10.1. Схема подключения.....93
7.10.2. Режимы эксплуатации.....93
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....94
7.12. Защита от перенапряжений.....94
7.13. Заземление и безопасность.....94
7.13.1. Общие требования.....94
7.13.2. Реализация заземления.....95
8. Слаботочные сети.....96
8.1. Слаботочные сети.....96
8.1.1. Объём проектирования.....96
8.1.2. Транспортные системы связи.....96
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....96
8.1.4. Система видеонаблюдения.....97
8.1.5. Системы беспроводной связи.....97
8.1.6. Подсистемы.....98
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....98
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....98
8.1.9. Общие требования.....99
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....99
8.1.11. Зоны вещания:.....99

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....99
8.2.1. Состав системы....*99*
8.2.2. Функции системы....*99*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*100*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....101
8.3.1. Общие сведения....*101*
8.3.2. Состав системы FAS....*101*
8.3.3. Основные функции системы....*102*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*103*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*104*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*105*
8.3.7. Освещение перегонов....*105*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*105*
8.3.8. Стандарты освещённости....*105*
8.3.9. Расположение оборудования....*105*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*106*
8.3.11. Система освещения....*106*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*106*
8.3.13. Требования к оборудованию....*107*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*107*
8.3.15. Функции и уровни управления....*108*
8.3.16. Интеграция подсистем....*108*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*109*
8.3.18. Энергомониторинг....*109*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....109
8.4.1. Общие требования к прокладке....*109*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*109*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*110*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*110*
8.4.5. Установка оборудования....*110*
8.5. Системные интерфейсы....110
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*111*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....112
8.7. Электропитание....112
8.8. Заземление....112
9. Межсистемная интеграция....113
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*113*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*113*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*113*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*113*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*114*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*114*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*115*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*115*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*115*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*115*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*115*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*115*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*115*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*116*
9.2. Интерфейсы системы BAS....116
9.2.1. Общие принципы....*116*

9.2.2. Перечень интерфейсов *116*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *117*
9.2.4. Заземление BAS *117*
9.2.5. Заключительные положения *117*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **118**
10.1. Степень огнестойкости 118
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 118
10.3. Противопожарные отсеки 118
10.4. Противопожарные конструкции 119
10.5. Незадымляемые зоны 120
10.6. Безопасная эвакуация 120
10.6.1. Противопожарные расстояния *120*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *120*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *121*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *121*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *121*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *121*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *122*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *122*
Перечень приложений **123**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *21*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *26*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *42*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *53*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *55*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *63*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *64*
Таблица 7.1: Марки и сечения *85*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *86*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *93*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *93*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *94*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *99*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *103*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *103*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *108*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *110*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *114*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *116*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *121*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализаци**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	я																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-06-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-06-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-06-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-06-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-06-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-06-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-06-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-06-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-06-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-06-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-06-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-06-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-06-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-06-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-06-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-06-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-06-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-06-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-06-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-06-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-06-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-06-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-06-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-06-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 106 является шестой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке перекрестка улицы Кабанбай-батыра и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано размещение коммунальных объектов, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;

– вентиляции и кондиционированию;

– низковольтному электроснабжению;

– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;

– лифтам и эскалаторам;

– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);

– BAS (система автоматизации здания);

– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 106 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.5/24.0/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (358,961)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000(357.911)
19	Строительный объем станции	45502.53

	($м^3$)	
20	Общая площадь станции ($м^2$)	6335
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	5104/298/4806
22	Строительный объем станции выше ур. земли ($м^3$)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур. земли ($м^3$)	1927.10
24	Вместимость (станция)	172 человека
25	Вместимость (перегон)	492 челоовека
26	Вместимость (поезд)	652 человека

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 106 является шестой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке перекрестка улицы Кабанбай-батыра и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано размещение коммунальных объектов, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 106 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 106 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

УлицаКабанбай батыра имеет:
Текущая ширина проезжей части — 17 м; после реконструкции — 136 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 6335 м.
Ширина здания: 21 м в осях (локальная ширина — 24,13 м).
Размеры основного здания: длина – 86,500 м; ширина – 24,000 м; высота – 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 60 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 7 222 м², в том числе:
Основное здание: 5104 м² (включая надземную часть — 4806 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);
Вспомогательные сооружения: 1231 м² (входы А с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Вход и эвакуация

Вход А расположен вдоль дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют

функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 348,911 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 358,911 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 357,911 м).

Относительная отметка уровня земли: – 0,450 (абсолютная — 348,461 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 357,911м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –9849,8995, Y = -1576,1289.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/ 0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Осчновной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Остновные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды Е5015 или Е5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока Н08МnА;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-06-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA4*, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C3a, C4a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая

Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;

- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC106-1(N)` — эскалатор на станции 106, первый, внутри станции;
- `ELE106-1(KA)` — лифт на станции 106 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
    1. аварийное освещение;
    2. нормальное освещение;
    3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

***В насосных и влажных зонах**:*

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
последующие — с интервалом 100 м;
в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:
УЗО (устройства защитного отключения);
промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:
стационарное освещение не предусматривается;
используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:
непрерывность электрической цепи от верха до низа;
сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

Таблица *8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2760,92 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–4), площадь — 555,71 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием на конце станции (оси 9–11), площадь — 528 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса

А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 106 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.

- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.

- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.

- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.

- Огнетушители не должны быть заперты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).

- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).

- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. **Система противопожарного водопровода** (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Справка об отсутствии скотомогильников

3. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

4. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

5. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

7. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

8. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 107 (пусковой комплекс-26)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-07-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 107 (пусковой комплекс-26)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-07-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Ведомость комплектов рабочих чертежей....11
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....34
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....35
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выход....41

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции....41
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих....41
2.8.2. Лестницы и поручни....41
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения....42
2.9. Подземная насосная станция....42
3. Конструктивные решения....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки....43
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации....43
3.1.3. Особые условия пересечений....44
3.1.4. Метод укладки балок....44
3.2. Конструкции железобетонные....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия....44
3.2.2 Общие положения по армированию....45
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн....46
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)....46
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий....47
3.3. Наружные фасады и кровельные работы....48
3.3.1. Фасадные конструкции....48
3.3.2. Кровельные работы....48
3.4. Основные материалы....49
3.4.1. Бетон....49
3.4.2. Арматурная сталь....50
3.4.3. Сталь для металлических конструкций....51
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов....52
3.4.5. Сварочные материалы....52
3.4.6. Болтовые соединения....53
3.4.7. Конструкция моста....53
4. Технологические решения....55
4.1. Эскалаторные системы....55
4.1.1. Основные принципы проектирования....55
4.1.2. Лифты....57
4.1.3. Лестницы и перила....58
4.1.4. Нумерация оборудования....59
4.1.5. Общие требования....59
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха....60
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления....60
5.1.1. Общественные зоны станций....60
5.1.2. Помещения для управления и оборудования....60
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)....61
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции....61
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева....61
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)....63
5.2.4. Состав системы....63
5.2.5. Принцип работы....63
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности....63
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей....63
5.2.8. Конфигурация системы управления....64
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)....64
5.3.1. Общественные зоны станций....64
5.3.2. Помещения для управления и оборудования....65

5.3.3. Воздуховоды *65*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *66*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *66*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **68**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 68
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *68*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *68*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *69*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 69
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *69*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *70*
6.2.3. Арматура *71*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *71*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *71*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *73*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *75*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 75
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *75*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *75*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *75*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *76*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *76*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *76*
6.3.7. Дополнительные требования *77*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 77
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *77*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *77*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *77*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *78*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *78*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *78*
6.4.7. Нормативная база *79*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 79
6.5.1. Прокладка трубопроводов *79*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *79*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *81*
7. Электроснабжение **83**
7.1. Энергоснабжение и управление 83
7.1.1. Общая схема электроснабжения *83*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *83*
7.1.3. Управление оборудованием *84*
7.1.4. Безопасность и коммутация *84*
7.2. Распределение и управление освещением 84
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *84*
7.2.2. Классификация освещения *84*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *85*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *85*
7.2.5. Нормативы и мощность *86*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 86
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *86*
7.3.2. Установка оборудования *88*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 89

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....89
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....90
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....90
7.5. Проектирование наружного освещения....91
7.5.1. Общие требования....91
7.5.2. Нагрузка и распределение....91
7.5.3. Кабели и проводка....91
7.5.4. Качество напряжения....91
7.6. Проектирование осветительных установок....91
7.6.1. Общие требования к светильникам....91
7.6.2. Энергоэффективность и управление....91
7.6.3. Наружное освещение....91
7.6.4. Оборудование и монтаж....92
7.7. Молниезащита и заземление....92
7.7.1. Общие положения....92
7.7.2. Защитное заземление....92
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....92
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....93
7.7.5. Молниезащита....93
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....93
7.7.7. Связь металлических элементов....93
7.8. Пояснения к обозначениям....94
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....94
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....94
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....94
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....94
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....94
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....94
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....94
7.9.1. Схема подключения....94
7.9.2. Режимы эксплуатации....95
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....95
7.10.1. Схема подключения....95
7.10.2. Режимы эксплуатации....95
7.11. Конфигурация измерительных приборов....96
7.12. Защита от перенапряжений....96
7.13. Заземление и безопасность....96
7.13.1. Общие требования....96
7.13.2. Реализация заземления....97
8. Слаботочные сети....98
8.1. Слаботочные сети....98
8.1.1. Объём проектирования....98
8.1.2. Транспортные системы связи....98
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....98
8.1.4. Система видеонаблюдения....99
8.1.5. Системы беспроводной связи....99
8.1.6. Подсистемы....100
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....100
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....100
8.1.9. Общие требования....101
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....101
8.1.11. Зоны вещания:....101

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....101
8.2.1. Состав системы....*101*
8.2.2. Функции системы....*101*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*102*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....103
8.3.1. Общие сведения....*103*
8.3.2. Состав системы FAS....*103*
8.3.3. Основные функции системы....*104*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*105*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*106*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*107*
8.3.7. Освещение перегонов....*107*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*107*
8.3.8. Стандарты освещённости....*107*
8.3.9. Расположение оборудования....*107*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*108*
8.3.11. Система освещения....*108*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*108*
8.3.13. Требования к оборудованию....*109*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*109*
8.3.15. Функции и уровни управления....*110*
8.3.16. Интеграция подсистем....*110*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*111*
8.3.18. Энергомониторинг....*111*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....111
8.4.1. Общие требования к прокладке....*111*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*111*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*112*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*112*
8.4.5. Установка оборудования....*112*
8.5. Системные интерфейсы....112
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*113*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....114
8.7. Электропитание....114
8.8. Заземление....114
9. Межсистемная интеграция....115
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*115*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*115*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*115*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*115*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*116*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*116*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*117*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*117*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*117*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*117*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*117*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*117*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*117*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*118*
9.2. Интерфейсы системы BAS....118
9.2.1. Общие принципы....*118*

9.2.2. Перечень интерфейсов *118*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *119*
9.2.4. Заземление BAS *119*
9.2.5. Заключительные положения *119*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **120**
10.1. Степень огнестойкости 120
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 120
10.3. Противопожарные отсеки 120
10.4. Противопожарные конструкции 121
10.5. Незадымляемые зоны 122
10.6. Безопасная эвакуация 122
10.6.1. Противопожарные расстояния *122*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *122*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *123*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *123*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *123*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *123*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *124*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *124*
Перечень приложений **125**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *21*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *26*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *42*
Таблица 3.2: Таблица параметров мостового перехода *53*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *55*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *56*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *64*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *65*
Таблица 7.1: Марки и сечения *86*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *87*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *94*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *94*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *95*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *100*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *104*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *104*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *109*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *111*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *115*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *117*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *122*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-07-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-07-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-07-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-07-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-07-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-07-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-07-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции
ALRT-P1-03-07-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция
ALRT-P1-03-07-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-07-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-07-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-07-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-07-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций
ALRT-P1-03-07-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-07-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-07-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-07-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	

ALRT-P1-07-01-07-DD-COM	Альбом 1. Конструкции станции связи.Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-07-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-07-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станциии
ALRT-P1-09-03-07-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-07-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-07-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-07-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 107, седьмая станция на этой линии, расположена на юго-западной стороне проспекта Кабанбай Батыра; граница существующей дороги составляет 17 м, а ширина планируемой дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную надземную станцию, расположенную вдоль дороги. С западной стороны станции находится Университет Назарбаева, а с восточной — выставочный центр Expo и торговый комплекс MEGA. В настоящее время ведется планировка территории вокруг станции, а строительная площадка MEGA находится на восточной стороне. Текущие инженерные условия благоприятны.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)

7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 107 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»

48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» **- ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	7./8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.5/24.0/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м	10,050 (359,303)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9,000 (358,253)

19	Строительный объем станции ($м^3$)	45502.53
20	Общая площадь станции ($м^2$)	5134
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	298/4836
22	Строительный объем станции выше ур. земли ($м^3$)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур. земли ($м^3$)	1927.10
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 107, седьмая станция на этой линии, расположена на юго-западной стороне проспекта Кабанбай Батыра; граница существующей дороги составляет 17 м, а ширина планируемой дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную надземную станцию, расположенную вдоль дороги. С западной стороны станции находится Университет Назарбаева, а с восточной — выставочный центр Expo и торговый комплекс MEGA. В настоящее время ведется планировка территории вокруг станции, а строительная площадка MEGA находится на восточной стороне. Текущие инженерные условия благоприятны.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 107 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 107 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Кабанбай Батыра имеет:
Текущая ширина проезжей части — 17 м; после реконструкции — 136 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из тдвух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,3 м.
Ширина здания: 22,6 м в осях
Размеры основного здания: длина – 86,500; ширина – 24,000; высота – 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 7 724 м², в том числе:
Основное здание: 5 134 м² (включая надземную часть — 4836 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);
Вспомогательные сооружения: 2590 м² (входы А 1 и А2 с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Для станции предусмотрено три наземных входа, включая отдельный вход и вход из подземного перехода. При этом вход В является входом, ведущим непосредственно на поверхность, а вход А1 расположен на другой стороне пешеходного перехода главного здания станции. Ворота Университета Назарбаева расположены на западной стороне дороги. Вход А2 представляет собой подземный переход, проходящий к площади МЕГА на восточной стороне дороги и ведущий непосредственно на поверхность у площади МЕГА. Подземный пешеходный переход соединен с торговым переходом на первом подземном этаже МГЭА. Четыре аварийных

входа расположены на южной стороне общественной зоны главного здания станции, один в общественной зоне и три в зоне оборудования. Все входы станции организованы в соответствии с требованиями заказчика, которые были рассмотрены и одобрены отделом планирования

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 349,253 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 359,303 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 358,253 м).

Относительная отметка уровня земли: –-0,450, (абсолютная — 348,803 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 347,382 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = −9002,6236, Y = −1377,8311.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выход

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зонах входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — 1,75 × 0,8 м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основные сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Остновные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA2, DA4*, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C3a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°

Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола,

защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC107-1(N)` — эскалатор на станции 107, первый, внутри станции;
- `ELE107-1(KA)` — лифт на станции 107 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
    1. аварийное освещение;
    2. нормальное освещение;
    3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

***В насосных и влажных зонах**:*

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от –51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2283 м², включая 1024 м² зала станции.

Отсек №2: помещение для обслуживания оборудования площадью 1149 м² в северной части зала станции (ось 1-ось 3), включая зону оборудования на первом этаже и межэтажный пролет, для которого предусмотрены два аварийных выхода, один из которых ведет непосредственно на улицу, а другой — в соседний пожарный отсек

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенное в юго-западной части платформы, общей площадью 18 м2.

Отсек №4: помещения оборудования расположенное в северо-западной части платформы, общей площадью 25 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования расположенное в северо-восточной части платформы, общей площадью 19 м2.

Отсек №6: помещения оборудования расположенное в юго-восточной части платформы, площадь — 32 м², без персонала.

Отсек №7: автоматическая подземная пожарная насосная станция площадью 298,00 м2, для которой предусмотрены два аварийных выхода: один — лестница, ведущая непосредственно на улицу, другой — металлический лифт, ведущий непосредственно на улицу.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 112 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Справка об отсутствии скотомогильников

3. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

4. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

5. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

7. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

8. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 108 (пусковой комплекс-27)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-08-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 108 (пусковой комплекс-27)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-08-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....13
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....13
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....13
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....14
1.3. Технико-экономические показатели проекта....21
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....21
Основные технические параметры....21
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....32
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....33
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....35
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....37
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выход....39

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....39
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....40
2.8.2. Лестницы и поручни.....40
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....40
2.9. Подземная насосная станция.....41
3. Конструктивные решения.....42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....42
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....42
3.1.3. Особые условия пересечений.....43
3.1.4. Метод укладки балок.....43
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....43
3.2.2 Общие положения по армированию.....44
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....45
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....45
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....46
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....47
3.3.2. Кровельные работы.....47
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....48
3.4.2. Арматурная сталь.....49
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....50
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....50
3.4.5. Сварочные материалы.....51
3.4.6. Болтовые соединения.....51
3.4.7. Конструкция моста.....52
4. Технологические решения.....54
4.1. Эскалаторные системы.....54
4.1.1. Основные принципы проектирования.....54
4.1.2. Лифты.....55
4.1.3. Лестницы и перила.....57
4.1.4. Нумерация оборудования.....57
4.1.5. Общие требования.....57
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....58
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....58
5.1.1. Общественные зоны станций.....58
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....58
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....59
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....59
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....59
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....61
5.2.4. Состав системы.....61
5.2.5. Принцип работы.....61
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....61
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....61
5.2.8. Конфигурация системы управления.....62
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....62
5.3.1. Общественные зоны станций.....62
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....63

5.3.3. Воздуховоды *63*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *64*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *64*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **66**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 66
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *66*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *66*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *67*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 67
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *67*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *68*
6.2.3. Арматура *69*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *69*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *69*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *71*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *73*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 73
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *73*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *73*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *74*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *74*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *74*
6.3.7. Дополнительные требования *75*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 75
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *75*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *75*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *75*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *76*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *76*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *76*
6.4.7. Нормативная база *77*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 77
6.5.1. Прокладка трубопроводов *77*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *77*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *79*
7. Электроснабжение **81**
7.1. Энергоснабжение и управление 81
7.1.1. Общая схема электроснабжения *81*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *81*
7.1.3. Управление оборудованием *82*
7.1.4. Безопасность и коммутация *82*
7.2. Распределение и управление освещением 82
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *82*
7.2.2. Классификация освещения *82*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *83*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *83*
7.2.5. Нормативы и мощность *84*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 84
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *84*
7.3.2. Установка оборудования *86*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 87

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....87
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....88
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....88
7.5. Проектирование наружного освещения.....89
7.5.1. Общие требования.....89
7.5.2. Нагрузка и распределение.....89
7.5.3. Кабели и проводка.....89
7.5.4. Качество напряжения.....89
7.6. Проектирование осветительных установок.....89
7.6.1. Общие требования к светильникам.....89
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....89
7.6.3. Наружное освещение.....89
7.6.4. Оборудование и монтаж.....90
7.7. Молниезащита и заземление.....90
7.7.1. Общие положения.....90
7.7.2. Защитное заземление.....90
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....90
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....91
7.7.5. Молниезащита.....91
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....91
7.7.7. Связь металлических элементов.....91
7.8. Пояснения к обозначениям.....92
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....92
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....92
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....92
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....92
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....92
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....92
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....92
7.9.1. Схема подключения.....92
7.9.2. Режимы эксплуатации.....93
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....93
7.10.1. Схема подключения.....93
7.10.2. Режимы эксплуатации.....93
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....94
7.12. Защита от перенапряжений.....94
7.13. Заземление и безопасность.....94
7.13.1. Общие требования.....94
7.13.2. Реализация заземления.....95
8. Слаботочные сети.....96
8.1. Слаботочные сети.....96
8.1.1. Объём проектирования.....96
8.1.2. Транспортные системы связи.....96
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....96
8.1.4. Система видеонаблюдения.....97
8.1.5. Системы беспроводной связи.....97
8.1.6. Подсистемы.....98
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....98
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....98
8.1.9. Общие требования.....99
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....99
8.1.11. Зоны вещания:.....99

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....99
8.2.1. Состав системы....*99*
8.2.2. Функции системы....*99*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*100*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....101
8.3.1. Общие сведения....*101*
8.3.2. Состав системы FAS....*101*
8.3.3. Основные функции системы....*102*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*103*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*104*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*105*
8.3.7. Освещение перегонов....*105*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*105*
8.3.8. Стандарты освещённости....*105*
8.3.9. Расположение оборудования....*105*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*106*
8.3.11. Система освещения....*106*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*106*
8.3.13. Требования к оборудованию....*107*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*107*
8.3.15. Функции и уровни управления....*108*
8.3.16. Интеграция подсистем....*108*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*109*
8.3.18. Энергомониторинг....*109*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....109
8.4.1. Общие требования к прокладке....*109*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*109*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*110*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*110*
8.4.5. Установка оборудования....*110*
8.5. Системные интерфейсы....110
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*111*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....112
8.7. Электропитание....112
8.8. Заземление....112
9. Межсистемная интеграция....113
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*113*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*113*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*113*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*113*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*114*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*114*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*115*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*115*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*115*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*115*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*115*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*115*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*116*
9.2. Интерфейсы системы BAS....116
9.2.1. Общие принципы....*116*

9.2.2. Перечень интерфейсов *116*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *117*
9.2.4. Заземление BAS *117*
9.2.5. Заключительные положения *117*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **118**
10.1. Степень огнестойкости 118
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 118
10.3. Противопожарные отсеки 118
10.4. Противопожарные конструкции 119
10.5. Незадымляемые зоны 120
10.6. Безопасная эвакуация 120
10.6.1. Противопожарные расстояния *120*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *120*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *121*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *121*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *121*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *121*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *122*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *122*
Перечень приложений **123**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *21*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *26*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *34*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *42*
Таблица 3.2: Таблица параметров моста на правой линии эстакады *53*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *54*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *55*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *63*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *64*
Таблица 7.1: Марки и сечения *85*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *86*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *93*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *93*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *94*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *99*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *103*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *103*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *108*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *110*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *114*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *116*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *121*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**		**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116		118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалаторы и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-08-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-08-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-08-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-08-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции
ALRT-P1-03-08-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-08-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-08-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-08-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	

ALRT-P1-03-08-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушени
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-08-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций
ALRT-P1-03-08-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-08-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-08-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-08-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-08-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи
ALRT-P1-09-01-08-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-08-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-08-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-08-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления.

	Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-08-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-08-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 108 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 108 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 108 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.7/24.2/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м	10.050 (358.613)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000 (357.563)
19	Строительный объем станции	45502.53

	(м³)	
20	Общая площадь станции (м²)	5264
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	298/4966
22	Строительный объем станции выше ур. земли (м³)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1927.10
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 108 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 108 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 108 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 108 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Кабанбай батыра имеет:
Текущая ширина проезжей части — 17 м; после реконструкции — 136 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,3 м.
Ширина здания: 22,6 м в.
Размеры основного здания: длина – 86,7 м; ширина – 24,2 м; высота – 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь станции:5264 м², в том числе:
Включая надземную часть — 4966 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

На станции для входа и выхода пассажиров предусмотрен 1 выход А, который ведет прямо на улицу. Для обеспечения эвакуации из общественных зон станции между осями 5-6 общественной зоны предусмотрен еще 1 аварийный выход № 2. Для эвакуации из зоны оборудования станции предусмотрены 3 аварийных выхода. Схема входов и выходов из общественных зон станции была скорректирована в соответствии с письмом заказчика (№ 2024-17) и техническим заданием (ZTAE-JSLXD-2024-027).

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:
2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 348,563 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 358,613 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 357,563 м).

Относительная отметка уровня земли: –0,600 (абсолютная — 347,963 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 357,563 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –7758,5543 Y = -1086,6672.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования

Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на

станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести В1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выход

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370

- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;

- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C4a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая

Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;

- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC108-1(N)` — эскалатор на станции 112, первый, внутри станции;
- `ELE108-1(KA)` — лифт на станции 112 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2470 м².

Отсек №2: помещения управления оборудованием на южной стороне зала станции (оси 1-5), общая площадь противопожарной зоны составляет 1036 м², из которых площадь

помещений для управления оборудованием на уровне зала станции составляет 840 м², они охраняются и имеют 2 аварийных выхода, ведущих на улицу; площадь межэтажного помещения для оборудования составляет 196 м², оно охраняется и имеет 1 аварийный выход, ведущий на улицу.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием на юго-западе станции, площадь — 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-западной части платформы, площадь — 25 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 19 м², без персонала.

Отсек №6: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 32 м², без персонала.

Отсек №7: для подземного помещения пожарной насосной станции площадью 298,00 м², предназначенного для работы без персонала, оборудовано 2 аварийных выхода, один из которых представляет собой лестничную клетку, ведущую непосредственно на улицу, а другой — металлическую вертикальную лестницу, ведущую непосредственно на улицу.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 112 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 109 (пусковой комплекс-28)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-09-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 109 (пусковой комплекс-28)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-09-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....13
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....13
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....13
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....14
1.3. Технико-экономические показатели проекта....21
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....21
Основные технические параметры....21
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....37
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выход....40

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....40
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....40
2.8.2. Лестницы и поручни.....40
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....41
2.9. Подземная насосная станция.....41
3. Конструктивные решения.....42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....42
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....42
3.1.3. Особые условия пересечений.....43
3.1.4. Метод укладки балок.....43
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....43
3.2.2 Общие положения по армированию.....44
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....45
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....45
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....46
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....47
3.3.2. Кровельные работы.....47
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....48
3.4.2. Арматурная сталь.....49
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....50
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....50
3.4.5. Сварочные материалы.....51
3.4.6. Болтовые соединения.....51
3.4.7. Конструкция моста.....52
4. Технологические решения.....53
4.1. Эскалаторные системы.....53
4.1.1. Основные принципы проектирования.....53
4.1.2. Лифты.....55
4.1.3. Лестницы и перила.....56
4.1.4. Нумерация оборудования.....56
4.1.5. Общие требования.....57
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....58
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....58
5.1.1. Общественные зоны станций.....58
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....58
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....59
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....59
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....59
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....61
5.2.4. Состав системы.....61
5.2.5. Принцип работы.....61
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....61
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....61
5.2.8. Конфигурация системы управления.....62
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....62
5.3.1. Общественные зоны станций.....62
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....63

5.3.3. Воздуховоды *63*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *64*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *64*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **66**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 66
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *66*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *66*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *67*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 67
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *67*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *68*
6.2.3. Арматура *69*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *69*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *69*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *71*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *73*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 73
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *73*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *73*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *74*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *74*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *74*
6.3.7. Дополнительные требования *75*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 75
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *75*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *75*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *75*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *76*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *76*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *76*
6.4.7. Нормативная база *77*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 77
6.5.1. Прокладка трубопроводов *77*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *77*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *79*
7. Электроснабжение **81**
7.1. Энергоснабжение и управление 81
7.1.1. Общая схема электроснабжения *81*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *81*
7.1.3. Управление оборудованием *82*
7.1.4. Безопасность и коммутация *82*
7.2. Распределение и управление освещением 82
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *82*
7.2.2. Классификация освещения *82*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *83*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *83*
7.2.5. Нормативы и мощность *84*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 84
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *84*
7.3.2. Установка оборудования *86*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 87

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....*87*
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....*88*
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....*89*
7.5. Проектирование наружного освещения.....89
7.5.1. Общие требования.....*89*
7.5.2. Нагрузка и распределение.....*89*
7.5.3. Кабели и проводка.....*89*
7.5.4. Качество напряжения.....*89*
7.6. Проектирование осветительных установок.....90
7.6.1. Общие требования к светильникам.....*90*
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....*90*
7.6.3. Наружное освещение.....*90*
7.6.4. Оборудование и монтаж.....*90*
7.7. Молниезащита и заземление.....90
7.7.1. Общие положения.....*90*
7.7.2. Защитное заземление.....*90*
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....*91*
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....*91*
7.7.5. Молниезащита.....*91*
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....*92*
7.7.7. Связь металлических элементов.....*92*
7.8. Пояснения к обозначениям.....92
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....*92*
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....*92*
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....*92*
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....*92*
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....*93*
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....*93*
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....93
7.9.1. Схема подключения.....*93*
7.9.2. Режимы эксплуатации.....*93*
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....94
7.10.1. Схема подключения.....*94*
7.10.2. Режимы эксплуатации.....*94*
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....94
7.12. Защита от перенапряжений.....95
7.13. Заземление и безопасность.....95
7.13.1. Общие требования.....*95*
7.13.2. Реализация заземления.....*95*
8. Слаботочные сети.....96
8.1. Слаботочные сети.....96
8.1.1. Объём проектирования.....*96*
8.1.2. Транспортные системы связи.....*96*
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....*96*
8.1.4. Система видеонаблюдения.....*97*
8.1.5. Системы беспроводной связи.....*97*
8.1.6. Подсистемы.....*98*
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....*98*
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....*98*
8.1.9. Общие требования.....*99*
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....*99*
8.1.11. Зоны вещания:.....*99*

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....99
8.2.1. Состав системы....*99*
8.2.2. Функции системы....*99*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*100*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....101
8.3.1. Общие сведения....*101*
8.3.2. Состав системы FAS....*101*
8.3.3. Основные функции системы....*102*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*103*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*104*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*105*
8.3.7. Освещение перегонов....*105*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*105*
8.3.8. Стандарты освещённости....*105*
8.3.9. Расположение оборудования....*105*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*106*
8.3.11. Система освещения....*106*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*106*
8.3.13. Требования к оборудованию....*107*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*107*
8.3.15. Функции и уровни управления....*108*
8.3.16. Интеграция подсистем....*108*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*109*
8.3.18. Энергомониторинг....*109*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....109
8.4.1. Общие требования к прокладке....*109*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*109*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*110*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*110*
8.4.5. Установка оборудования....*110*
8.5. Системные интерфейсы....110
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*111*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....112
8.7. Электропитание....112
8.8. Заземление....112
9. Межсистемная интеграция....113
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*113*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*113*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*113*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*113*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*114*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*114*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*115*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*115*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*115*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*115*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*115*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*115*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*116*
9.2. Интерфейсы системы BAS....116
9.2.1. Общие принципы....*116*

9.2.2. Перечень интерфейсов *116*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *117*
9.2.4. Заземление BAS *117*
9.2.5. Заключительные положения *117*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **118**
10.1. Степень огнестойкости 118
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 118
10.3. Противопожарные отсеки 118
10.4. Противопожарные конструкции 119
10.5. Незадымляемые зоны 120
10.6. Безопасная эвакуация 120
10.6.1. Противопожарные расстояния *120*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *120*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *121*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *121*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *121*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *121*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *122*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *122*
Перечень приложений **123**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *21*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *26*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *42*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *53*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *55*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *63*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *64*
Таблица 7.1: Марки и сечения *85*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *86*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *93*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *94*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *94*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *99*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *103*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *103*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *108*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *110*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *114*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *116*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *121*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 https://english.bucg.com/

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматичес**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	кая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-09-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-09-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-09-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-09-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции
ALRT-P1-03-09-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-09-02-03-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса
ALRT-P1-03-09-02-07-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-09-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-09-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-09-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-09-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-09-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-09-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-09-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-09-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-09-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-09-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станци

ALRT-P1-09-03-09-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-09-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступ
ALRT-P1-11-09-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-09-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана. LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 109 является девятой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке пересечения улицы Кабанбай - батыр и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано строительство объектов коммунального хозяйства, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;

– вентиляции и кондиционированию;

– низковольтному электроснабжению;

– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;

– лифтам и эскалаторам;

– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);

– BAS (система автоматизации здания);

– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 109 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина / ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина / ширина / высота основного здания станции (м)	86.50/24/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (358.885)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре	9.000 (357.835)

	платформы (м)	
19	Строительный объем станции ($м^3$)	45502.53
20	Общая площадь станции ($м^2$)	5223298/4925
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) ($м^2$)	298/4925
22	Строительный объем станции выше ур . земли ($м^3$)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур . земли ($м^3$)	1927.101
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Проектируемая Станция 112 расположена на западной стороне здания Abu Dhabi Plaza, в средней части улицы Сыганак. Строительная площадка представляет собой участок существующей дороги с ровным рельефом. Отметки поверхности в пределах площадки составляют 347,09–347,44 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;

- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила

гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;

- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Кабанбай батыр имеет :
Текущая ширина проезжей части — 17 м; после реконструкции — 136 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 86,5 м.
Ширина здания: 24 м в осях
Высота сооружения: 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции: 6255 м², в том числе:
Основное здание: 5093 м² (включая надземную часть — 4795 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);
Вспомогательные сооружения: 1162 м² (входы А с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А расположен по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 348,835 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 358,885 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,000 (абсолютная — 357,835 м).

Относительная отметка уровня земли: -0,450 (абсолютная —348,385 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 357,835 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X =-7077,0720, Y = -927,1720.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выход

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;
δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-09-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): С7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °С…+40 °С; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °С
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая

Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;

- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC109-1(N)` — эскалатор на станции 109, первый, внутри станции;
- `ELE109-1(KA)` — лифт на станции 109 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2504 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 5–8), площадь — 857 м². является зоной с постоянным присутствием персонала, мезонин зоны наземного оборудования площадью 151 м² (количество людей в зоне не превышает 50 человек) является одной пожарной зоной, общая площадь здания составляет 1008 м², имеется 2 аварийных выхода, один из которых ведет прямо на улицу, а другой — в соседнюю пожарную зону

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенное на юго-западе станции, площадь —18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-западной части платформы, площадь — 25 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования расположенное в северо-восточной части платформы, площадь — 19 м², без персонала.

Отсек №6: помещения оборудования расположенное в юго-восточной части платформы, площадь — 32м², без персонала.

Отсек №7: зона пожарных насосных на первом подземном этаже, площадь 298,00 м²; имеется 2 аварийных выхода, оба ведут прямо на улицу, один из них оборудован стальной лестницей.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 109 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 110 (пусковой комплекс-29)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-10-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 110 (пусковой комплекс-29)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-10-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Ведомость комплектов рабочих чертежей....11
1. Общие положения....13
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....13
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....13
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....14
1.3. Технико-экономические показатели проекта....21
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....21
Основные технические параметры....21
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход A соединяется с основным зданием станции *40*
2.7.2. Выход B соединяется с основным зданием станции и с Abu Dhabi Plaza *40*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих *40*
2.8.2. Лестницы и поручни *41*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения *41*
2.9. Подземная насосная станция 41
3. Конструктивные решения 42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям 42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки *42*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации *43*
3.1.3. Особые условия пересечений *43*
3.1.4. Метод укладки балок *43*
3.2. Конструкции железобетонные 43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия *43*
3.2.2 Общие положения по армированию *44*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн *45*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных) *45*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий *46*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы 47
3.3.1. Фасадные конструкции *47*
3.3.2. Кровельные работы *48*
3.4. Основные материалы 48
3.4.1. Бетон *48*
3.4.2. Арматурная сталь *49*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций *50*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов *51*
3.4.5. Сварочные материалы *51*
3.4.6. Болтовые соединения *52*
3.4.7. Конструкция моста *52*
4. Технологические решения 54
4.1. Эскалаторные системы 54
4.1.1. Основные принципы проектирования *54*
4.1.2. Лифты *56*
4.1.3. Лестницы и перила *57*
4.1.4. Нумерация оборудования *58*
4.1.5. Общие требования *58*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха 59
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления 59
5.1.1. Общественные зоны станций *59*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования *59*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева) 60
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции *60*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева *60*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *62*
5.2.4. Состав системы *62*
5.2.5. Принцип работы *62*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности *62*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей *62*
5.2.8. Конфигурация системы управления *63*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) 63
5.3.1. Общественные зоны станций *63*

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*64*
5.3.3. Воздуховоды.....*64*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*65*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*65*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**67**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....67
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*67*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*67*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*68*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....68
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*68*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*69*
6.2.3. Арматура.....*70*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*70*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*70*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*72*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*74*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....74
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*74*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*74*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*75*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*75*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*75*
6.3.7. Дополнительные требования.....*76*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....76
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*76*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*76*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*76*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*77*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*77*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*77*
6.4.7. Нормативная база.....*78*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....78
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*78*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*78*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*80*
7. Электроснабжение.....**82**
7.1. Энергоснабжение и управление.....82
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*82*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*82*
7.1.3. Управление оборудованием.....*83*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*83*
7.2. Распределение и управление освещением.....83
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*83*
7.2.2. Классификация освещения.....*83*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*84*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*84*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*85*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....85
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*85*
7.3.2. Установка оборудования.....*87*

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....88
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....88
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....89
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....89
7.5. Проектирование наружного освещения....90
7.5.1. Общие требования....90
7.5.2. Нагрузка и распределение....90
7.5.3. Кабели и проводка....90
7.5.4. Качество напряжения....90
7.6. Проектирование осветительных установок....90
7.6.1. Общие требования к светильникам....90
7.6.2. Энергоэффективность и управление....90
7.6.3. Наружное освещение....90
7.6.4. Оборудование и монтаж....91
7.7. Молниезащита и заземление....91
7.7.1. Общие положения....91
7.7.2. Защитное заземление....91
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....91
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....92
7.7.5. Молниезащита....92
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....92
7.7.7. Связь металлических элементов....92
7.8. Пояснения к обозначениям....93
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....93
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....93
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....93
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....93
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....93
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....93
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....93
7.9.1. Схема подключения....93
7.9.2. Режимы эксплуатации....94
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....94
7.10.1. Схема подключения....94
7.10.2. Режимы эксплуатации....94
7.11. Конфигурация измерительных приборов....95
7.12. Защита от перенапряжений....95
7.13. Заземление и безопасность....95
7.13.1. Общие требования....95
7.13.2. Реализация заземления....96
8. Слаботочные сети....97
8.1. Слаботочные сети....97
8.1.1. Объём проектирования....97
8.1.2. Транспортные системы связи....97
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....97
8.1.4. Система видеонаблюдения....98
8.1.5. Системы беспроводной связи....98
8.1.6. Подсистемы....99
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....99
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....99
8.1.9. Общие требования....100
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....100

8.1.11. Зоны вещания: *100*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) 100
8.2.1. Состав системы *100*
8.2.2. Функции системы *100*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *101*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 102
8.3.1. Общие сведения *102*
8.3.2. Состав системы FAS *102*
8.3.3. Основные функции системы *103*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *104*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *105*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *106*
8.3.7. Освещение перегонов *106*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *106*
8.3.8. Стандарты освещённости *106*
8.3.9. Расположение оборудования *106*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *107*
8.3.11. Система освещения *107*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *107*
8.3.13. Требования к оборудованию *108*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *108*
8.3.15. Функции и уровни управления *109*
8.3.16. Интеграция подсистем *109*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *110*
8.3.18. Энергомониторинг *110*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 110
8.4.1. Общие требования к прокладке *110*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *110*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *111*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *111*
8.4.5. Установка оборудования *111*
8.5. Системные интерфейсы 111
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *112*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 113
8.7. Электропитание 113
8.8. Заземление 113
9. Межсистемная интеграция 114
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *114*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *114*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *114*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией *114*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *115*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *115*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *116*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *116*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *116*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *116*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *116*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *116*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *117*
9.2. Интерфейсы системы BAS 117

9.2.1. Общие принципы.....117
9.2.2. Перечень интерфейсов.....117
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....118
9.2.4. Заземление BAS.....118
9.2.5. Заключительные положения.....118
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....119
10.1. Степень огнестойкости.....119
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....119
10.3. Противопожарные отсеки.....119
10.4. Противопожарные конструкции.....120
10.5. Незадымляемые зоны.....121
10.6. Безопасная эвакуация.....121
10.6.1. Противопожарные расстояния.....121
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....121
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....122
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....122
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....122
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....122
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....123
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....123
Перечень приложений.....124

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....21
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....25
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....35
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....37
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....42
Таблица 3.2: Таблиц типов стандартных платформ.....53
Таблица 3.3: Таблица типов опор узловых мостов.....54
Таблица 3.4: Таблица статистических пересечений дорог.....54
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....55
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....56
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....64
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....65
Таблица 7.1: Марки и сечения.....86
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....87
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....94
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....94
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....95
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....100
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....104
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....104
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....109
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....111
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....115
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....117
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....122

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 https://english.bucg.com/

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-10-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-10-01-01-DD-ARC-TECH	Альбом 1. Строительные чертежи главного здания вокзала
ALRT-P1-03-10-01-02-DD-ARC	Альбом 2. Строительный чертеж главного внешнего фасада вокзала
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-10-02-01-DD-STR	Альбом 1. Строительные чертежи фундаментных конструкций
ALRT-P1-03-10-02-02-DD-STR	Альбом 2. Чертеж основной конструкции
ALRT-P1-03-10-02-03-DD-STR	Альбом 3. Стальная конструкция навеса
ALRT-P1-03-10-02-07-DD-STR	Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-10-03-00-DD-HVAC	Том 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-10-04-00-DD-WSDF	Том 4. Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-10-05-01-DD-PLS	Альбом 1. Освещение электростанций
ALRT-P1-03-10-05-02-DD-PLS	Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест
ALRT-P1-03-10-05-03-DD-PLS	Альбом 3. Конструкции освещения

	фасада станции
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-10-01-00-DD-PSS	Альбом 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-10-02-DD-PDS	Альбом 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-10-00-DD-COM	Альбом 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-10-00-DD-ISCS	Альбом 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-10-00-DD-BAS	Альбом 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-10-00-DD-FAS	Альбом 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-10-00-DD-ACS	Альбом 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-10-00-00-DD-ESE	Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-10-00-00-DD-AFC	Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 110 — десятая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,39 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 110 относится к типу два этажа и технический, надземная станция с боковым расположением платформ, расположена посередине улицы Сыганак.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 110 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м	86.7/24.2/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	10.050 (357.902)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	9.000 (356.852)
19	Строительный объем станции	45502.53

	($м^3$)	
20	Общая площадь станции ($м^2$)	5264
21	Общая площадь здания станции(подземная/надземная) ($м^2$)	298/4966
22	Строительный объем станции выше ур. земли ($м^3$)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур. земли ($м^3$)	1927.10
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 110 расположена на десятом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Баде, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 110 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 110 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Сыганак имеет проектную ширину 70 м.
Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
С южной стороны станции расположено здание **Abu Dhabi Plaza**, с северной — **Министерство обороны Республики Казахстан**.
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 105,3 м. (в осях)
Ширина здания: 21 м в осях (локальная ширина — 24,13 м).
Высота сооружения: 23,8 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 7 222 м², в том числе:
Основное здание: 5 545 м² (включая надземную часть — 5 485 м² и подземные коммуникационные шахты — 60 м²);
Вспомогательные сооружения: 1 677 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).
Соединительные переходы — 188 м²

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа

на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. Вход В соединён переходом со вторым этажом здания Abu Dhabi Plaza и служит аварийным выходом из этого здания, но не из станции. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В (лифт у входа В используется совместно с зданием Abu Dhabi Plaza).

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 355,632 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 363,182 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 362,132 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 347,382 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 347,382 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –5177,8406, Y = 467,3549.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),

- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Примечание: В соответствии с соглашением между казахстанским застройщиком и владельцем здания «Abu Dhabi Plaza», выход В соединён со вторым этажом башни и предназначен для использования в штатном режиме. В случае пожара в «Abu DhabiPlaza» он может служить аварийным выходом из здания башни, но не используется для эвакуации из станции.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

Лифт у выхода В эксплуатируется совместно со зданием «Abu Dhabi Plaza» в соответствии с требованиями заказчика и режимом работы башни.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм

3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная

продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего

выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции и с Abu Dhabi Plaza.

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Разница в отметках между уровнем станции и Abu Dhabi Plaza: 1405 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

Функция моста: пешеходный мост выхода В служит одновременно связующим переходом между станцией и вторым этажом небоскрёба Abu Dhabi Plaza, наземным пешеходным переходом через улицу. Ширина прохода 6000 мм включая по 200 мм с каждой стороны на отделочный слой. Конструкция перехода горизонтальная, без уклона.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;

- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — соединяется с небоскрёбом Abu Dhabi Plaza .

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен

полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25 d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;
- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/300 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы A и B

Фасадные витражи в зонах входов A и B выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа A выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа B — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа A витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа B — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — 1,75 × 0,8 м. Участок от входа A до входа B горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;

- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Схема пролётного строения:

- LR1–LR19:
- (31,7+45+32) м — неразрезная (сплошная) коробчатая балка;
- (3×32+3×30) м — стандартные сборные разрезные балки;
- (32+33) м — неразрезная коробчатая балка;
- (20+3×25+19) м — стандартные сборные разрезные балки;
- 42 м — разрезная комбинированная балка;
- 10,661 м — разрезная монолитная коробчатая балка.

Примечание:

- LR1–LR4, LR17–LR18 — участки с пролётами (31,7+45+32) м (неразрезные балки);

- LR10–LR12, LR15–LR16, LR17–LR19 — участки с пролётами (32+33) м (неразрезные балки);
- LR18 — 42-метровая разрезная комбинированная балка;
- LR19 — 10,661-метровая разрезная монолитная балка.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 3.2*: Таблиц типов стандартных платформ*

Тип платформы	Применимая высота платформы (m)	Колонна платформы (Shun x cross) (м)	Тип несущей платформы	Нусущая платформа (м) (гориз. х вертик. высота)	Диаметр сваи	Количество свай	Расстояние между сваями
D A1	H ≤ 10	2.0× 2,4	C7	4.7x4.7x2.0	1.0	4	2.7x2.7
D A2	10<H ≤ 14	2.2× 2,6	C1	5.4x5.4x2.0	1.2	4	3.2x3.2

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

***Таблица 3.3**: Таблица типов опор узловых мостов*

Платформа	Узел	Пролет балки	Номер платформы	Высота платформы	Тип платформы
Станция 112–113	Существующая дорога	+45+32 м непрерывная коробчатая балка	LR1	—	DA5
			LR2	—	DB1–C3a
			LR3	—	DB1-1-C3a
			LR4	—	DA2–C1
	—	+33 неразрезная коробчатая балка	LR10	—	M2–C1/C6
			LR11	—	M2–C1/C6
			LR12	—	M2–C1
	Существующая дорога	Комбинированная балка с простыми опорами	LR18	—	DA3–C4
			LR19		DA3–C4a

***Таблица 3.4**: Таблица статистических пересечений дорог*

Пересекающиеся дороги		Схема пролета	Примечания
Название	**Ширина красной линии**		
K13+597.591 Существующая дорога	Планирование 40 м	+ 45 + 32) м непрерывная коробчатая балка	
K14+235.591 Существующая дорога	Существующая 26 м	м, Комбинированная балка простыми опорами	

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями: платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.

Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм

Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;
Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;
При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC112-1(N)` — эскалатор на станции 112, первый, внутри станции;
- `ELE112-1(KA)` — лифт на станции 112 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, T_p ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2760,92 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–4), площадь — 555,71 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием на конце станции (оси 9–11), площадь — 528 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Выход В соединён с зданием «Abu Dhabi Tower» пешеходным мостом. Поскольку он используется как эвакуационный выход из здания, но не как аварийный выход из станции, в месте соединения моста и станции установлены постоянно открытые противопожарные двери, автоматически закрывающиеся при пожаре.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 112 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход A (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход A (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход B (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход B (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Мост у Abu Dhabi Plaza	188	9,4	10,85	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 111 (пусковой комплекс-30)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-11-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 111 (пусковой комплекс-30)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-11-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие.....**7**
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....**10**
1. Общие положения.....**12**
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....12
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....*12*
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....*13*
1.1.3. Документация смежных специальностей.....*13*
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....13
1.3. Технико-экономические показатели проекта.....20
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....20
Основные технические параметры.....*20*
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....22
1.4.1. Климатические условия.....*22*
1.4.2. Гидрологические условия.....*22*
1.4.3. Гидрогеологические условия.....*23*
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....*25*
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....*25*
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....*26*
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....*26*
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....*27*
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....*28*
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....*30*
2. Архитектурное решение.....**31**
2.1. Характеристика объекта.....31
2.1.1. Местоположение и окружение.....*31*
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура.....*31*
2.1.3. Габариты и площади.....*31*
2.1.4. Конструктивные особенности.....*31*
2.1.5. Входы и эвакуация.....*31*
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы.....*31*
2.1.7. Высотные отметки.....*32*
2.1.8. Координаты и система измерений.....*32*
2.1.9. Инженерное оборудование.....*32*
2.1.10. Особенности проектирования.....*32*
2.1.11. Проектные нормы.....*33*
2.1.12. Функциональное зонирование.....*33*
2.1.13. Система электрообогрева водостоков.....*34*
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн.....*35*
2.2. Основные характеристики конструкции.....35
2.3. Общественные объекты.....35
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи.....*35*
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения.....*36*
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов.....*36*
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа.....*36*
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах.....*36*
2.4. Внутренние и наружные стены.....37
2.5. Оконные и дверные перемычки.....38
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах.....38
2.7. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 39

2.7.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*39*
2.7.2. Лестницы и поручни.....*39*
2.7.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*39*
2.8. Подземная насосная станция.....40
3. Конструктивные решения.....41
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....41
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*41*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*41*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*42*
3.1.4. Метод укладки балок.....*42*
3.2. Конструкции железобетонные.....42
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*42*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*43*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*44*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*44*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*45*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....46
3.3.1. Фасадные конструкции.....*46*
3.3.2. Кровельные работы.....*46*
3.4. Основные материалы.....47
3.4.1. Бетон.....*47*
3.4.2. Арматурная сталь.....*48*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*49*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*49*
3.4.5. Сварочные материалы.....*50*
3.4.6. Болтовые соединения.....*50*
3.4.7. Конструкция моста.....*51*
4. Технологические решения.....52
4.1. Эскалаторные системы.....52
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*52*
4.1.2. Лифты.....*54*
4.1.3. Лестницы и перила.....*55*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*55*
4.1.5. Общие требования.....*56*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....57
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....57
5.1.1. Общественные зоны станций.....*57*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*57*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....58
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*58*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*58*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*60*
5.2.4. Состав системы.....*60*
5.2.5. Принцип работы.....*60*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*60*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*60*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*61*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....61
5.3.1. Общественные зоны станций.....*61*
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*62*
5.3.3. Воздуховоды.....*62*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*63*

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....63
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**65**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....65
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*65*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*65*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*66*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....66
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*66*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*67*
6.2.3. Арматура.....*68*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*68*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*68*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*70*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*72*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....72
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*72*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*72*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*72*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*73*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*73*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*73*
6.3.7. Дополнительные требования.....*74*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....74
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*74*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*74*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*74*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*75*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*75*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*75*
6.4.7. Нормативная база.....*76*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....76
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*76*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*76*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*78*
7. Электроснабжение.....**80**
7.1. Энергоснабжение и управление.....80
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*80*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*80*
7.1.3. Управление оборудованием.....*81*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*81*
7.2. Распределение и управление освещением.....81
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*81*
7.2.2. Классификация освещения.....*81*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*82*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*82*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*83*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....83
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*83*
7.3.2. Установка оборудования.....*85*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению.....86
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности).....*86*
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности).....*87*

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности).....87
7.5. Проектирование наружного освещения.....88
7.5.1. Общие требования.....88
7.5.2. Нагрузка и распределение.....88
7.5.3. Кабели и проводка.....88
7.5.4. Качество напряжения.....88
7.6. Проектирование осветительных установок.....88
7.6.1. Общие требования к светильникам.....88
7.6.2. Энергоэффективность и управление.....88
7.6.3. Наружное освещение.....88
7.6.4. Оборудование и монтаж.....89
7.7. Молниезащита и заземление.....89
7.7.1. Общие положения.....89
7.7.2. Защитное заземление.....89
7.7.3. Система уравнивания потенциалов.....89
7.7.4. Заземление кабельных конструкций.....90
7.7.5. Молниезащита.....90
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....90
7.7.7. Связь металлических элементов.....90
7.8. Пояснения к обозначениям.....91
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения.....91
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть.....91
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии.....91
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов.....91
7.8.5. Подстанция и система силового освещения.....91
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация.....91
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ.....91
7.9.1. Схема подключения.....91
7.9.2. Режимы эксплуатации.....92
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В).....92
7.10.1. Схема подключения.....92
7.10.2. Режимы эксплуатации.....92
7.11. Конфигурация измерительных приборов.....93
7.12. Защита от перенапряжений.....93
7.13. Заземление и безопасность.....93
7.13.1. Общие требования.....93
7.13.2. Реализация заземления.....94
8. Слаботочные сети.....95
8.1. Слаботочные сети.....95
8.1.1. Объём проектирования.....95
8.1.2. Транспортные системы связи.....95
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi.....95
8.1.4. Система видеонаблюдения.....96
8.1.5. Системы беспроводной связи.....96
8.1.6. Подсистемы.....97
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем.....97
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы.....97
8.1.9. Общие требования.....98
8.1.10. Принципы нумерации оборудования.....98
8.1.11. Зоны вещания:.....98
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации).....98
8.2.1. Состав системы.....98

8.2.2. Функции системы.....*98*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования.....*99*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS).....100
8.3.1. Общие сведения.....*100*
8.3.2. Состав системы FAS.....*100*
8.3.3. Основные функции системы.....*101*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами.....*102*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей.....*103*
8.3.6. Электроснабжение и заземление.....*104*
8.3.7. Освещение перегонов.....*104*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению.....*104*
8.3.8. Стандарты освещённости.....*104*
8.3.9. Расположение оборудования.....*104*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения.....*105*
8.3.11. Система освещения.....*105*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность.....*105*
8.3.13. Требования к оборудованию.....*106*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей.....*106*
8.3.15. Функции и уровни управления.....*107*
8.3.16. Интеграция подсистем.....*107*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP).....*108*
8.3.18. Энергомониторинг.....*108*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования.....108
8.4.1. Общие требования к прокладке.....*108*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций.....*108*
8.4.3. Требования к открытой прокладке.....*109*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка.....*109*
8.4.5. Установка оборудования.....*109*
8.5. Системные интерфейсы.....109
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD.....*110*
8.6. Интерфейсы IBP-панели.....111
8.7. Электропитание.....111
8.8. Заземление.....111
9. Межсистемная интеграция.....112
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению.....*112*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....*112*
9.1.3. Взаимодействие с FAS.....*112*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией.....*112*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием.....*113*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением.....*113*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами.....*114*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD).....*114*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами.....*114*
9.1.10. Взаимодействие со строителями.....*114*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой.....*114*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями.....*114*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов.....*114*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией.....*115*
9.2. Интерфейсы системы BAS.....115
9.2.1. Общие принципы.....*115*
9.2.2. Перечень интерфейсов.....*115*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....*116*

9.2.4. Заземление BAS *116*
9.2.5. Заключительные положения *116*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **117**
10.1. Степень огнестойкости 117
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 117
10.3. Противопожарные отсеки 117
10.4. Противопожарные конструкции 118
10.5. Незадымляемые зоны 119
10.6. Безопасная эвакуация 119
10.6.1. Противопожарные расстояния *119*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *119*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *120*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *120*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *120*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *120*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *121*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *121*
Перечень приложений **122**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *20*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *25*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *34*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *36*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *41*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *52*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *54*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *62*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *63*
Таблица 7.1: Марки и сечения *84*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *85*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *92*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *92*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *93*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *98*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *102*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *102*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *107*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *109*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *113*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *115*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *120*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 https://english.bucg.com/

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-11-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-11-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-11-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-11-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-11-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция
ALRT-P1-03-11-02-03-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-11-02-07-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-11-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	

ALRT-P1-03-11-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-11-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-11-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-11-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-11-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-11-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-11-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-11-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-11-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-11-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-11-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления.

	Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-11-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-11-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 111 — одинадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,576 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 111 расположена на одинадцатом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Батыр, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 111 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)

7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 111 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»

48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» **- ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Двухэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	1
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/8.3
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	23.8/24.2/18.97
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м	10.050(357.902)
18	Эффективная высота	9.000(356.852)

	рельсового полотна в центре платформы (м)	
19	Строительный объем станции ($м^3$)	45502.53
20	Общая площадь станции ($м^2$)	5264
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	298/4966
22	Строительный объем станции выше ур. земли ($м^3$)	43575.43
23	Строительный объем станции ниже ур. земли ($м^3$)	1927.10
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 111 — одинадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,576 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 111 расположена на одинадцатом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Батыр, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 111 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 111 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Кабанбай-Батыр имеет:
Текущая ширина проезжей части — 20 м; после реконструкции — 100 м (включая центральную зелёную полосу шириной).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из двух надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1)вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.:
- Второй этаж (2): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 85,3 м.
Ширина здания: 22,6 м в осях;
Размеры основного здания: длина – 23,8 м; ширина – 24,2 м; высота – 18,97 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,3 м.
Общая площадь здания станции:5264 м², в том числе:
Основное здание: 5 264 м² (включая надземную часть — 4966 м² и подземные коммуникационные шахты — 298 м²);

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

На данной станции для входа и выхода пассажиров предусмотрен 1 выход А, который ведет прямо на улицу. Для обеспечения эвакуации из общественных зон станции между осями 5-6 общественной зоны предусмотрен еще 1 аварийный выход № 2. Для эвакуации из зоны оборудования станции предусмотрены 3 аварийных выхода

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 2 лифта для маломобильных групп населения, по одному на уровне вестибюля и на каждой боковой платформе.

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы).1-я и 2-я группы расположены в западной части платформы, включая один эскалатор шириной 1 м вверх и один эскалатор шириной 1 м вниз, а также две лестницы шириной 2 м, расположенные рядом с одним лифтом для инвалидов. 3-я и 4-я группы расположены в ценральной стороне платной зоны и включают в себя эскалатор шириной 1 м вверх, эскалатор шириной 1 м вниз и две лестницы шириной 2 м.

Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 347,852 м).

Относительная отметка платформы: +10,050 (абсолютная — 357,902 м).

Относительная отметка верха рельсов: +9,00 (абсолютная — 356,852 м).

Относительная отметка уровня земли: –0,450 (абсолютная — 347,402 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 347,402 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –6141,5821, Y = 738,4015.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;

- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 8 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Западная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Центральная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходном мосту у выхода А

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.7.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.7.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции.

2.7.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.8. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 298 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1,C4a.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая

Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;

- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC111-1(N)` — эскалатор на станции 111, первый, внутри станции;
- `ELE111-1(KA)` — лифт на станции 111 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	3x2,5 мм²	JDG20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	3 x 2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 7 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2470 м².

Отсек №2: помещения для управления оборудованием на южной стороне зала станции (оси 1-5), общая площадь противопожарной зоны составляет 1036 м², из которых площадь

помещений для управления оборудованием составляет 840 м², помещения обслуживаются персоналом, имеются 2 аварийных выхода, ведущих на улицу; площадь зоны мезонина наземного оборудования составляет 196 м², помещения обслуживаются персоналом, 1 аварийный выход, ведущий на улицу

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенны в юго-западной части платформы, площадь — 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования расположенны на северо-западном уровне платформы, площадь — 25 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования расположенны в северо-восточной части платформы, площадь — 19 м², без персонала.

Отсек №6: помещения оборудования расположенны в юго-восточной части платформы, площадь — 32 м², без персонала

Отсек №7: подземная зона пожарных насосных помещений площадью 298 м², предназначенная для работы без персонала, оборудована двумя аварийными выходами: один — в виде лестничной клетки, ведущей непосредственно на улицу, другой — в виде металлической вертикальной лестницы, ведущей непосредственно на улицу

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 112 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 112 (пусковой комплекс-31)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-12-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 112 (пусковой комплекс-31)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-12-ОПЗ

Директор Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Ведомость комплектов рабочих чертежей....11
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....34
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....35
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....39
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выходы....41

2.7.1. Выход A соединяется с основным зданием.....*41*
2.7.2. Выход B соединяется с основным зданием и с Abu Dhabi Plaza.....*41*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*41*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*42*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*42*
2.9. Подземная насосная станция.....42
3. Конструктивные решения.....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*43*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*43*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*44*
3.1.4. Метод укладки балок.....*44*
3.2. Конструкции железобетонные.....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*44*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*45*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*46*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*46*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*47*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....48
3.3.1. Фасадные конструкции.....*48*
3.3.2. Кровельные работы.....*48*
3.4. Основные материалы.....49
3.4.1. Бетон.....*49*
3.4.2. Арматурная сталь.....*50*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*51*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*52*
3.4.5. Сварочные материалы.....*52*
3.4.6. Болтовые соединения.....*53*
3.4.7. Конструкция моста.....*53*
4. Технологические решения.....55
4.1. Эскалаторные системы.....55
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*55*
4.1.2. Лифты.....*57*
4.1.3. Лестницы и перила.....*58*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*59*
4.1.5. Общие требования.....*59*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....60
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....60
5.1.1. Общественные зоны станций.....*60*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*60*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....61
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*61*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*61*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*63*
5.2.4. Состав системы.....*63*
5.2.5. Принцип работы.....*63*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*63*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*63*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*64*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....64
5.3.1. Общественные зоны станций.....*64*

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*65*
5.3.3. Воздуховоды.....*65*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*66*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*66*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**68**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....68
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*68*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*68*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*69*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....69
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*69*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*70*
6.2.3. Арматура.....*71*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*71*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*71*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*73*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*75*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....75
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*75*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*75*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*76*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*76*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*76*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*76*
6.3.7. Дополнительные требования.....*77*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....77
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*77*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*77*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*77*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*78*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*78*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*78*
6.4.7. Нормативная база.....*79*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....79
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*79*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*79*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*81*
7. Электроснабжение.....**83**
7.1. Энергоснабжение и управление.....83
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*83*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*83*
7.1.3. Управление оборудованием.....*84*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*84*
7.2. Распределение и управление освещением.....84
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*84*
7.2.2. Классификация освещения.....*84*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*85*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*85*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*86*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....86
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*86*
7.3.2. Установка оборудования.....*88*

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....89
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....89
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....90
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....91
7.5. Проектирование наружного освещения....91
7.5.1. Общие требования....91
7.5.2. Нагрузка и распределение....91
7.5.3. Кабели и проводка....91
7.5.4. Качество напряжения....91
7.6. Проектирование осветительных установок....92
7.6.1. Общие требования к светильникам....92
7.6.2. Энергоэффективность и управление....92
7.6.3. Наружное освещение....92
7.6.4. Оборудование и монтаж....92
7.7. Молниезащита и заземление....92
7.7.1. Общие положения....92
7.7.2. Защитное заземление....92
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....93
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....93
7.7.5. Молниезащита....93
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....94
7.7.7. Связь металлических элементов....94
7.8. Пояснения к обозначениям....94
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....94
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....94
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....94
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....94
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....95
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....95
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....95
7.9.1. Схема подключения....95
7.9.2. Режимы эксплуатации....95
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....96
7.10.1. Схема подключения....96
7.10.2. Режимы эксплуатации....96
7.11. Конфигурация измерительных приборов....96
7.12. Защита от перенапряжений....97
7.13. Заземление и безопасность....97
7.13.1. Общие требования....97
7.13.2. Реализация заземления....97
8. Слаботочные сети....98
8.1. Слаботочные сети....98
8.1.1. Объём проектирования....98
8.1.2. Транспортные системы связи....98
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....98
8.1.4. Система видеонаблюдения....99
8.1.5. Системы беспроводной связи....99
8.1.6. Подсистемы....100
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....100
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....100
8.1.9. Общие требования....101
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....101

8.1.11. Зоны вещания: *101*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) 101
8.2.1. Состав системы *101*
8.2.2. Функции системы *101*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *102*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 103
8.3.1. Общие сведения *103*
8.3.2. Состав системы FAS *103*
8.3.3. Основные функции системы *104*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *105*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *106*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *107*
8.3.7. Освещение перегонов *107*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *107*
8.3.8. Стандарты освещённости *107*
8.3.9. Расположение оборудования *107*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *108*
8.3.11. Система освещения *108*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *108*
8.3.13. Требования к оборудованию *109*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *109*
8.3.15. Функции и уровни управления *110*
8.3.16. Интеграция подсистем *110*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *111*
8.3.18. Энергомониторинг *111*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 111
8.4.1. Общие требования к прокладке *111*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *111*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *112*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *112*
8.4.5. Установка оборудования *112*
8.5. Системные интерфейсы 112
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *113*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 114
8.7. Электропитание 114
8.8. Заземление 114
9. Межсистемная интеграция 115
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *115*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *115*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *115*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, ISCS, ACS, AFC связью и сигнализацией *115*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *116*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *116*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *117*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *117*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *117*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *117*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *117*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *117*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *118*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *118*
9.2. Интерфейсы системы BAS 118

9.2.1. Общие принципы.....118
9.2.2. Перечень интерфейсов.....118
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....119
9.2.4. Заземление BAS.....119
9.2.5. Заключительные положения.....119
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....120
10.1. Степень огнестойкости.....120
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....120
10.3. Противопожарные отсеки.....120
10.4. Противопожарные конструкции.....121
10.5. Незадымляемые зоны.....122
10.6. Безопасная эвакуация.....122
10.6.1. Противопожарные расстояния.....122
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....122
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....123
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....123
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....123
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....123
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....124
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....124
Перечень приложений.....125

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....21
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....25
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....35
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....37
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....42
Таблица 3.2: Таблица типов опор узловых мостов.....54
Таблица 3.3: Таблица статистических пересечений дорог.....54
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....55
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....56
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....64
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....65
Таблица 7.1: Марки и сечения.....86
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....87
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....94
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....94
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....95
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....100
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....104
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....104
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....109
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....111
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....115
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....117
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....122

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;

1 https://english.bucg.com/

6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**														+					
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-12-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-12-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-12-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	**Наименование раздела проекта**
ALRT-P1-01-12-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические)
ALRT-P1-03-12-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-12-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-12-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.

Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-12-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-12-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-12-02-03-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-12-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного стального моста.
ALRT-P1-03-12-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-12-02-06-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 6. Строительные чертежи стального ферменного моста, соединяющего здание Абу-Даби
ALRT-P1-03-12-02-07-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7.Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-12-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-12-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-12-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-12-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-12-05-03-DD-LAL	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-12-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-12-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-12-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-12-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-12-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции

ALRT-P1-09-03-12-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-12-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-12-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-12-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 112 является двенадцатой станцией линии и расположена на улице Сыганак, ширина которой составляет 70 м. Текущая ширина дороги составляет 32 м, планируемая ширина дороги — 42 м (добавлена зеленая полоса шириной 6 м), станция 112 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде. С южной стороны станции находится здание Abu Dhabi Building, с северной — Министерство обороны Казахстана. Земли вокруг станции уже застроены и в рамках данного проекта будет реализован план застройки.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).
5. Подтверждение проекта соединения пешеходного моста со зданием Abu Dhabi Plaza (письмо ZTAE-JSLXD-2018-106).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;

– вентиляции и кондиционированию;

– низковольтному электроснабжению;

– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;

– лифтам и эскалаторам;

– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);

– BAS (система автоматизации здания);

– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 112 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»

48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» **- ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Трехэтажное здание с боковым подходом
	Выходы (шт)	2
14	Эвакуационные выходы (шт)	3
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.0
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	105.30/23.60
17	Проекция внешнего контура на фасад станции метро /ширина (м)	116.49/27.1/23.72

18	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	7.550(363.182)
20	Строительный объем($м^3$)	56514.07
21	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	6.500(362.132)
22	Площадь застройки здания станции ($м^2$)	7222
23	Общая площадь здания станции ($м^2$)	5545
24	Площадь вспомогательных зданий и сооружений станций ($м^2$) (Включая соединительные переходы)	1677 (188)
25	Строительный объем станции и выходов выше ур. земли ($м^3$)	47833.27 7216.2
26	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли ($м^3$)	7896.02
27	Вместимость станции (чел)	172
28	Вместимость перегона (чел)	492
29	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 112 является двенадцатой станцией линии и расположена на улице Сыганак, ширина которой составляет 70 м. Текущая ширина дороги составляет 32 м, планируемая ширина дороги — 42 м (добавлена зеленая полоса шириной 6 м), станция 112 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде. С южной стороны станции находится здание Abu Dhabi Building, с северной — Министерство обороны Казахстана. Земли вокруг станции уже застроены и в рамках данного проекта будет реализован план застройки.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	Т1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С134, С140, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Сыганак имеет проектную ширину 70 м.
Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
С южной стороны станции расположено здание **Abu Dhabi Plaza**, с северной — **Министерство обороны Республики Казахстан**.
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 105,3 м. (в осях)
Ширина здания: 21 м в осях (локальная ширина — 24,13 м).
Высота сооружения: 23,8 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 7 222 м², в том числе:
Основное здание: 5 545 м² (включая надземную часть — 5 485 м² и подземные коммуникационные шахты — 60 м²);
Вспомогательные сооружения: 1 677 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).
Соединительные переходы — 188 м²

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа

на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. Вход В соединён переходом со вторым этажом здания Abu Dhabi Plaza и служит аварийным выходом из этого здания, но не из станции. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В (лифт у входа В используется совместно с зданием Abu Dhabi Plaza).

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами. первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 355,632 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 363,182 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 362,132 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 347,382 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 347,382 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –5177,8406, Y = 467,3549.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения (WSDF)
- электроснабжения и освещения (PDS, PLS)
- системами связи, сигнализации, контроля доступа, комплексного мониторинга (FAS/BAS, AFC, PIS)

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Примечание: В соответствии с соглашением между казахстанским застройщиком и владельцем здания «Abu Dhabi Plaza», выход В соединён со вторым этажом башни и предназначен для использования в штатном режиме. В случае пожара в «Abu DhabiPlaza» он может служить аварийным выходом из здания башни, но не используется для эвакуации из станции.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

Лифт у выхода В эксплуатируется совместно со зданием «Abu Dhabi Plaza» в соответствии с требованиями заказчика и режимом работы башни.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм

4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения

колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой

должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием

- Ширина подъёмной части: 5400 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием и с Abu Dhabi Plaza.

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Разница в отметках между уровнем станции и Abu Dhabi Plaza: 1405 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

Функция моста: пешеходный мост выхода В служит одновременно связующим переходом между станцией и вторым этажом небоскрёба Abu Dhabi Plaza, наземным пешеходным переходом через улицу. Ширина прохода 6000 мм включая по 200 мм с каждой стороны на отделочный слой. Конструкция перехода горизонтальная, без уклона.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;

- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — соединяется с небоскрёбом Abu Dhabi Plaza .

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/300 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту KHP)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — 1,75 × 0,8 м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);

- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-12-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая

Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 V ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 V ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;

- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC112-1(N)` — эскалатор на станции 112, первый, внутри станции;
- `ELE112-1(KA)` — лифт на станции 112 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, T_p ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

600×200 мм и 300×200 мм — для слаботочных кабелей;
400×200 мм и 200×100 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA1-5`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP6`	Точка доступа №6
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, ISCS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2760,92 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–4), площадь — 555,71 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием на конце станции (оси 9–11), площадь — 528 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

- Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Выход В соединён с зданием «Abu Dhabi Tower» пешеходным мостом. Поскольку он используется как эвакуационный выход из здания, но не как аварийный выход из станции, в месте соединения моста и станции установлены постоянно открытые противопожарные двери, автоматически закрывающиеся при пожаре.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Станции и прилигающие здания соответствуют требованиям пожарной безопасности. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 112 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Мост у Abu Dhabi Plaza	188	9,4	10,85	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.

3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.

4. Протокол дозиметрического контроля.

5. Протокол измерений радона.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 113 (пусковой комплекс-32)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-13-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Станция 113 (пусковой комплекс-32)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-13-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие.....**7**
1. Общие положения.....**8**
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....8
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....*8*
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....*9*
1.1.3. Документация смежных специальностей.....*9*
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....9
1.3. Технико-экономические показатели проекта.....16
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....16
Основные технические параметры.....*16*
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....18
1.4.1. Климатические условия.....*18*
1.4.2. Гидрологические условия.....*18*
1.4.3. Гидрогеологические условия.....*19*
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....*21*
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....*21*
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....*22*
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....*22*
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....*23*
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....*24*
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....*26*
2. Архитектурное решение.....**27**
2.1. Характеристика объекта.....27
2.1.1. Местоположение и окружение.....*27*
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура.....*27*
2.1.3. Габариты и площади.....*27*
2.1.4. Конструктивные особенности.....*27*
2.1.5. Входы и эвакуация.....*27*
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы.....*28*
2.1.7. Высотные отметки.....*28*
2.1.8. Координаты и система измерений.....*28*
2.1.9. Инженерное оборудование.....*29*
2.1.10. Особенности проектирования.....*29*
2.1.11. Проектные нормы.....*29*
2.1.12. Функциональное зонирование.....*29*
2.1.13. Система электрообогрева водостоков.....*30*
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн.....*31*
2.2. Основные характеристики конструкции.....31
2.3. Общественные объекты.....31
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи.....*31*
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения.....*32*
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов.....*32*
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа.....*32*
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах.....*33*
2.4. Внутренние и наружные стены.....33
2.5. Оконные и дверные перемычки.....35
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах.....35
2.7. Выходы.....35
2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием.....*35*

2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием.....*35*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 36
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*36*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*36*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*36*
2.9. Подземная насосная станция.....37
3. Конструктивные решения.....38
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....38
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*38*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*38*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*39*
3.1.4. Метод укладки балок.....*39*
3.2. Конструкции железобетонные.....39
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*39*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*40*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*41*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*41*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*42*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....43
3.3.1. Фасадные конструкции.....*43*
3.3.2. Кровельные работы.....*43*
3.4. Основные материалы.....44
3.4.1. Бетон.....*44*
3.4.2. Арматурная сталь.....*45*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*46*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*47*
3.4.5. Сварочные материалы.....*47*
3.4.6. Болтовые соединения.....*48*
3.4.7. Конструкция моста.....*48*
4. Технологические решения.....49
4.1. Эскалаторные системы.....49
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*49*
4.1.2. Лифты.....*51*
4.1.3. Лестницы и перила.....*52*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*52*
4.1.5. Общие требования.....*53*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....54
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....54
5.1.1. Общественные зоны станций.....*54*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*54*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....55
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*55*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*55*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*57*
5.2.4. Состав системы.....*57*
5.2.5. Принцип работы.....*57*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*57*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*57*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*58*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....58
5.3.1. Общественные зоны станций.....*58*
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*59*

5.3.3. Воздуховоды *59*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *60*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *60*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **62**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 62
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *62*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *62*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *63*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 63
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *63*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *64*
6.2.3. Арматура *65*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *65*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *65*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *67*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *69*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 69
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *69*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *69*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *69*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *70*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *70*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *70*
6.3.7. Дополнительные требования *71*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 71
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *71*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *71*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *71*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *72*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *72*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *72*
6.4.7. Нормативная база *73*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 73
6.5.1. Прокладка трубопроводов *73*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *73*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *75*
7. Электроснабжение **77**
7.1. Энергоснабжение и управление 77
7.1.1. Общая схема электроснабжения *77*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *77*
7.1.3. Управление оборудованием *78*
7.1.4. Безопасность и коммутация *78*
7.2. Распределение и управление освещением 78
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *78*
7.2.2. Классификация освещения *78*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *79*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *79*
7.2.5. Нормативы и мощность *80*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 80
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *80*
7.3.2. Установка оборудования *82*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 83

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....83
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....84
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....84
7.5. Проектирование наружного освещения....85
7.5.1. Общие требования....85
7.5.2. Нагрузка и распределение....85
7.5.3. Кабели и проводка....85
7.5.4. Качество напряжения....85
7.6. Проектирование осветительных установок....85
7.6.1. Общие требования к светильникам....85
7.6.2. Энергоэффективность и управление....85
7.6.3. Наружное освещение....85
7.6.4. Оборудование и монтаж....86
7.7. Молниезащита и заземление....86
7.7.1. Общие положения....86
7.7.2. Защитное заземление....86
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....86
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....87
7.7.5. Молниезащита....87
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....87
7.7.7. Связь металлических элементов....87
7.8. Пояснения к обозначениям....88
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....88
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....88
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....88
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....88
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....88
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....88
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....88
7.9.1. Схема подключения....88
7.9.2. Режимы эксплуатации....89
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....89
7.10.1. Схема подключения....89
7.10.2. Режимы эксплуатации....89
7.11. Конфигурация измерительных приборов....90
7.12. Защита от перенапряжений....90
7.13. Заземление и безопасность....90
7.13.1. Общие требования....90
7.13.2. Реализация заземления....91
8. Слаботочные сети....92
8.1. Слаботочные сети....92
8.1.1. Объём проектирования....92
8.1.2. Транспортные системы связи....92
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....92
8.1.4. Система видеонаблюдения....93
8.1.5. Системы беспроводной связи....93
8.1.6. Подсистемы....94
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....94
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....94
8.1.9. Общие требования....95
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....95
8.1.11. Зоны вещания:....95

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....95
8.2.1. Состав системы....*95*
8.2.2. Функции системы....*95*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*96*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....97
8.3.1. Общие сведения....*97*
8.3.2. Состав системы FAS....*97*
8.3.3. Основные функции системы....*98*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*99*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*100*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*101*
8.3.7. Освещение перегонов....*101*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*101*
8.3.8. Стандарты освещённости....*101*
8.3.9. Расположение оборудования....*101*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*102*
8.3.11. Система освещения....*102*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*102*
8.3.13. Требования к оборудованию....*103*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*103*
8.3.15. Функции и уровни управления....*104*
8.3.16. Интеграция подсистем....*104*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*105*
8.3.18. Энергомониторинг....*105*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....105
8.4.1. Общие требования к прокладке....*105*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*105*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*106*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*106*
8.4.5. Установка оборудования....*106*
8.5. Системные интерфейсы....106
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*107*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....108
8.7. Электропитание....108
8.8. Заземление....108
9. Межсистемная интеграция....109
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*109*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*109*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*109*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, ISCS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*109*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*110*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*110*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*111*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*111*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*111*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*111*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*111*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*111*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*111*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*112*
9.2. Интерфейсы системы BAS....112
9.2.1. Общие принципы....*112*

9.2.2. Перечень интерфейсов *112*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *113*
9.2.4. Заземление BAS *113*
9.2.5. Заключительные положения *113*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **114**
10.1. Степень огнестойкости 114
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 114
10.3. Противопожарные отсеки 114
10.4. Противопожарные конструкции 115
10.5. Незадымляемые зоны 116
10.6. Безопасная эвакуация 116
10.6.1. Противопожарные расстояния *116*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *116*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *117*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *117*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *117*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *117*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *118*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *118*
Перечень приложений **119**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *16*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *20*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *30*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *33*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *38*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *49*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *51*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *59*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *60*
Таблица 7.1: Марки и сечения *81*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *82*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *89*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *89*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *90*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *95*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *99*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *99*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *104*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *106*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *110*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *112*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *117*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;

1 https://english.bucg.com/

6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PS	**Заземление**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
S																				
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-13-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-13-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-13-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-13-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-13-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-13-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-13-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-13-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-13-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного

	стального моста.
ALRT-P1-03-13-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-13-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-13-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-13-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-13-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-13-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-13-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-13-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-13-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная

	подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-13-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-13-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-13-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-13-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-13-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-13-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-13-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 113 —тринадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Станция расположена и находится вдоль улицы Шамши-Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 70 м (включая зеленую зону). Станция 113 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, расположенную вдольдороги, строительство дороги на южной стороне станции еще не завершено. Станция находится в пределах эстакады, прилегающая территория в настоящее время не застроена, условия для строительства благоприятные.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;

– вентиляции и кондиционированию;

– низковольтному электроснабжению;

– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;

– лифтам и эскалаторам;

– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);

– BAS (система автоматизации здания);

– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 113 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Трехэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	2
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	70/6.0
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	86.0/23.6/23.72
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м	+7,550 (362,460)
18	Эффективная высота	6,500 (361,410)

	рельсового полотна в центре платформы (м)	
19	Общая площадь станции (м²)	5961
20	Строительный объем станции (м)	54599,92
20	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	12/ 4036
21	Строительный объем станции выше ур. земли (м³)	41826.13 11034.65
22	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1739.14
23	Вместимость (станция)	172 человека
24	Вместимость (перегон)	492 человека
25	Вместимость (поезд)	652 человека

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемая Станция 113 расположена на тринадцатом участке линии и находится вдоль улицы Шамши-Калдоякова. ширина планируемой дороги составляет 70 м (включая зеленую зону). Станция 113 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, расположенную вдоль дороги. Станция находится в пределах эстакады, условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.

- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;

- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 113 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 113 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг	L1 / L2

	- Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;

- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;

- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С134, С140, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Станция 113 расположена на тринадцатом участке линии и находится вдоль улицы Шамши-Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 70 м (включая зеленую зону). Станция 113 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, расположенную вдоль дороги Станция находится в пределах эстакады, прилегающая территория в настоящее время не застроена, условия для строительства благоприятные. Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей:

- Подземный этаж (-1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый надземный этаж (1): внутри эстакады.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 86,00 м.
Ширина здания: 23,600 м в осях
Высота сооружения: 23,72 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 60 м.
Общая площадь здания станции: 5961 м², в том числе:
Основное здание:4048 м² (включая надземную часть — 4036 м² и подземные коммуникационные шахты —12 м²);
Вспомогательные сооружения: 1913 м², включая надземный пешеходный мост 1723 м^2 (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

На станции предусмотрено 2 наземных входа, расположенных рядом с развязкой подземного перехода под станцией и соединенных с наземной частью с помощью пешеходного моста. В зоне основного оборудования станции предусмотрен один

аварийный выход, расположенный в зеленой зоне вдоль дороги. Все входы на станцию спроектированы в соответствии с требованиями заказчика из Ханьфана и одобрены органами планирования. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). 1-я и 2-я группы расположены в западной части платформы, включая один эскалатор шириной 1 м вверх и один эскалатор шириной 1 м вниз, а также две лестницы шириной 2 м, расположенные рядом с одним лифтом для инвалидов. 3-я и 4-я группы расположены на западной стороне платной зоны и включают в себя эскалатор шириной 1 м вверх, эскалатор шириной 1 м вниз и две лестницы шириной 2 м; В проходе выхода А расположены лестница шириной 1,8 м, два эскалатора шириной 1 м вверх и вниз и лифт для людей с ограниченными возможностями; У выхода В расположена лестница шириной 1,8 м, две эскалаторы шириной 1 м вверх и вниз и один лифт для людей с ограниченными возможностями. Пропускная способность эскалаторов составляет 7300 человек в час, все эскалаторы питаются от сети с первоочередной нагрузкой, скорость эскалаторов составляет 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 354,910 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 362,460 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 361,410 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 346,660 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — переменная от 347,112 до 346,112 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –5299,8985, Y = 1084,0327.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения (WSDF)
- электроснабжения и освещения (PDS, PLS)
- системами связи, сигнализации, контроля доступа, комплексного мониторинга (FAS/BAS, AFC, PIS)

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 9 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Западная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),

- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм

2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается

горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием

- Ширина подъёмной части: 5400 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием

- Ширина подъёмной части: 5400 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;

- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м —0,003L (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции» - с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм

Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола,

защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 V ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 V ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC113-1(N)` — эскалатор на станции 113, первый, внутри станции;
- `ELE113-1(KA)` — лифт на станции 113 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

600×200 мм и 300×200 мм — для слаботочных кабелей;
400×200 мм и 200×100 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA1-5`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP6`	Точка доступа №6
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, ISCS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2161,31 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–6), площадь — 809,05 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенное в северо-восточной части платформы, площадь — 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-заподной части платформы, площадь — 38 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 18м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования в юго-заподной части платформы, площадь — 33 м², без персонала. Помещение не оборудовано системой пожарной сигнализации.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Станции и прилигающие здания соответствуют требованиям пожарной безопасности. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 113 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 114 (пусковой комплекс-33)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-14-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 114 (пусковой комплекс-33)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-14-ОПЗ

Директор Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
1. Общие положения....9
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....9
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....9
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....10
1.1.3. Документация смежных специальностей....10
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....10
1.3. Технико-экономические показатели проекта....17
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....17
Основные технические параметры....17
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....18
1.4.1. Климатические условия....18
1.4.2. Гидрологические условия....18
1.4.3. Гидрогеологические условия....19
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....21
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....21
1.4.6. Инженерно-геологические условия....22
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....22
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....23
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....24
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....26
2. Архитектурное решение....27
2.1. Характеристика объекта....27
2.1.1. Местоположение и окружение....27
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....27
2.1.3. Габариты и площади....27
2.1.4. Конструктивные особенности....27
2.1.5. Входы и эвакуация....27
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....28
2.1.7. Высотные отметки....28
2.1.8. Координаты и система измерений....28
2.1.9. Инженерное оборудование....28
2.1.10. Особенности проектирования....28
2.1.11. Проектные нормы....29
2.1.12. Функциональное зонирование....29
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....30
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....31
2.2. Основные характеристики конструкции....31
2.3. Общественные объекты....31
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....31
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....32
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....32
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....32
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....33
2.4. Внутренние и наружные стены....33
2.5. Оконные и дверные перемычки....34
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....34
2.7. Выходы....35
2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции....35

2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием станции....35
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 35
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих....35
2.8.2. Лестницы и поручни....35
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения....36
2.9. Подземная насосная станция....36
3. Конструктивные решения....37
3.1. Требования к конструкциям и деформациям....37
3.1.1. Допустимые смещения и осадки....37
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации....37
3.1.3. Особые условия пересечений....38
3.1.4. Метод укладки балок....38
3.2. Конструкции железобетонные....38
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия....38
3.2.2 Общие положения по армированию....39
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн....40
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)....40
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий....41
3.3. Наружные фасады и кровельные работы....42
3.3.1. Фасадные конструкции....42
3.3.2. Кровельные работы....42
3.4. Основные материалы....43
3.4.1. Бетон....43
3.4.2. Арматурная сталь....44
3.4.3. Сталь для металлических конструкций....45
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов....46
3.4.5. Сварочные материалы....46
3.4.6. Болтовые соединения....47
3.4.7. Конструкция моста....47
4. Технологические решения....50
4.1. Эскалаторные системы....50
4.1.1. Основные принципы проектирования....50
4.1.2. Лифты....51
4.1.3. Лестницы и перила....53
4.1.4. Нумерация оборудования....53
4.1.5. Общие требования....53
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха....54
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления....54
5.1.1. Общественные зоны станций....54
5.1.2. Помещения для управления и оборудования....54
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)....55
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции....55
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева....55
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)....57
5.2.4. Состав системы....57
5.2.5. Принцип работы....57
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности....57
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей....57
5.2.8. Конфигурация системы управления....58
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)....58
5.3.1. Общественные зоны станций....58
5.3.2. Помещения для управления и оборудования....59

5.3.3. Воздуховоды *59*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем *60*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК *60*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация **62**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков 62
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения *62*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения *62*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации *63*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования 63
6.2.1. Материалы труб и способы соединения *63*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита *64*
6.2.3. Арматура *65*
6.2.4. Санитарно-технические приборы *65*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования *65*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева *67*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева) *69*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов 69
6.3.1. Проектирование системы водопонижения *69*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов *69*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения *69*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды *70*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок *70*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод *70*
6.3.7. Дополнительные требования *71*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения 71
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении *71*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания *71*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта *71*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов *72*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод *72*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ *72*
6.4.7. Нормативная база *73*
6.5. Специфические требования к наружным сетям 73
6.5.1. Прокладка трубопроводов *73*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов *73*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов *75*
7. Электроснабжение **77**
7.1. Энергоснабжение и управление 77
7.1.1. Общая схема электроснабжения *77*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции *77*
7.1.3. Управление оборудованием *78*
7.1.4. Безопасность и коммутация *78*
7.2. Распределение и управление освещением 78
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии *78*
7.2.2. Классификация освещения *78*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление *79*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление *79*
7.2.5. Нормативы и мощность *80*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования 80
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий *80*
7.3.2. Установка оборудования *82*
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению 83

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....83
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....84
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....84
7.5. Проектирование наружного освещения....85
7.5.1. Общие требования....85
7.5.2. Нагрузка и распределение....85
7.5.3. Кабели и проводка....85
7.5.4. Качество напряжения....85
7.6. Проектирование осветительных установок....85
7.6.1. Общие требования к светильникам....85
7.6.2. Энергоэффективность и управление....85
7.6.3. Наружное освещение....85
7.6.4. Оборудование и монтаж....86
7.7. Молниезащита и заземление....86
7.7.1. Общие положения....86
7.7.2. Защитное заземление....86
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....86
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....87
7.7.5. Молниезащита....87
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....87
7.7.7. Связь металлических элементов....87
7.8. Пояснения к обозначениям....88
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....88
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....88
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....88
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....88
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....88
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....88
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....88
7.9.1. Схема подключения....88
7.9.2. Режимы эксплуатации....89
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....89
7.10.1. Схема подключения....89
7.10.2. Режимы эксплуатации....89
7.11. Конфигурация измерительных приборов....90
7.12. Защита от перенапряжений....90
7.13. Заземление и безопасность....90
7.13.1. Общие требования....90
7.13.2. Реализация заземления....91
8. Слаботочные сети....92
8.1. Слаботочные сети....92
8.1.1. Объём проектирования....92
8.1.2. Транспортные системы связи....92
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....92
8.1.4. Система видеонаблюдения....93
8.1.5. Системы беспроводной связи....93
8.1.6. Подсистемы....94
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....94
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....94
8.1.9. Общие требования....95
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....95
8.1.11. Зоны вещания:....95

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....95
8.2.1. Состав системы....*95*
8.2.2. Функции системы....*95*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....*96*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....97
8.3.1. Общие сведения....*97*
8.3.2. Состав системы FAS....*97*
8.3.3. Основные функции системы....*98*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....*99*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....*100*
8.3.6. Электроснабжение и заземление....*101*
8.3.7. Освещение перегонов....*101*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....*101*
8.3.8. Стандарты освещённости....*101*
8.3.9. Расположение оборудования....*101*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....*102*
8.3.11. Система освещения....*102*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....*102*
8.3.13. Требования к оборудованию....*103*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....*103*
8.3.15. Функции и уровни управления....*104*
8.3.16. Интеграция подсистем....*104*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....*105*
8.3.18. Энергомониторинг....*105*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....105
8.4.1. Общие требования к прокладке....*105*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....*105*
8.4.3. Требования к открытой прокладке....*106*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....*106*
8.4.5. Установка оборудования....*106*
8.5. Системные интерфейсы....106
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....*107*
8.6. Интерфейсы IBP-панели....108
8.7. Электропитание....108
8.8. Заземление....108
9. Межсистемная интеграция....109
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....*109*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....*109*
9.1.3. Взаимодействие с FAS....*109*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....*109*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....*110*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением....*110*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами....*111*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)....*111*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами....*111*
9.1.10. Взаимодействие со строителями....*111*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой....*111*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями....*111*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов....*111*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией....*112*
9.2. Интерфейсы системы BAS....112
9.2.1. Общие принципы....*112*

9.2.2. Перечень интерфейсов.....112
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....113
9.2.4. Заземление BAS.....113
9.2.5. Заключительные положения.....113
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....114
10.1. Степень огнестойкости.....114
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....114
10.3. Противопожарные отсеки.....114
10.4. Противопожарные конструкции.....115
10.5. Незадымляемые зоны.....116
10.6. Безопасная эвакуация.....116
10.6.1. Противопожарные расстояния.....116
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....116
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....117
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....117
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....117
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....117
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....117
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....118
Перечень приложений.....119

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....20
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....25
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....36
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....39
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....46
Таблица 3.2: Таблиц типов стандартных платформ.....61
Таблица 3.3: Таблица типов опор узловых мостов.....61
Таблица 3.4: Таблица статистических пересечений дорог.....61
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....62
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....64
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....74
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....76
Таблица 7.1: Марки и сечения.....104
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....105
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....114
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....115
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....115
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....122
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....127
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....128
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....134
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....137
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....141
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....144
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....151

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы.

Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

1 https://english.bucg.com/

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			
COM	**Конструкции станции связи**																			
ISCS	**Интегрированная система мониторинга**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-14-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-14-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-14-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-14-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-14-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-14-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-14-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-14-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-14-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного

	стального моста.
ALRT-P1-03-14-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-14-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-14-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-14-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-14-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-14-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-14-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-14-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-14-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная

	подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-14-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-14-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-14-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-14-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-14-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-14-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-14-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 114 расположена на четырнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаяков, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 114 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. В северо-западной части станции находится Национальный музей Республики Казахстан, строительные условия в настоящее время хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 114 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Трехэтажное здание с боковым подходом
13	Выходы (количество)	2
14	Количество аварийных выходов	5
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.0
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	99.00/23.60
18	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	7.550(367.661)

19	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	6.500(366.611)
20	Строительный объем станции (м)	56406,91
21	Площадь застройки здания станции (м²)	6237
22	Общая площадь здания станции (м²)	4978
23	Площадь вспомогательных зданий и сооружений станций (м²)	1259
24	Строительный объем станции и выходов выше ур. земли (м³)	47451.57 7216.2
25	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли (м³)	1739.14
26	Вместимость станции (чел)	172
27	Вместимость перегона (чел)	492
28	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 114 расположена на четырнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаяков, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 114 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. В северо-западной части станции находится Национальный музей Республики Казахстан, строительные условия в настоящее время хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 114 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 114 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	Т1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (C136, C140, C141, C144, C145, C147, C149, C150, C151, C153, C154, C155, C158, C160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Шамши Калдаяков имеет проектную ширину 80 м.
Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 99,00 м.
Ширина здания: 23,60 м в (локальная ширина — 24,00 м).
Высота сооружения: 23,8 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 6237 м², в том числе:
Основное здание: 4978 м² (включая надземную часть — 4966 м² и подземные коммуникационные шахты — 12 м²);
Вспомогательные сооружения: 1259 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной

зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 360,111 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 367,661 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 366,661 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 351,861 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 351,861м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –-5886,1976, Y = 3238,7807.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 10 осей и 98пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю

длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой

стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Оснавные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-14-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с

Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;
Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;
При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC114-1(N)` — эскалатор на станции 114, первый, внутри станции;
- `ELE114-1(KA)` — лифт на станции 114 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP6`	Точка доступа №6
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 Сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2323,63 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом, площадь —1073,32 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованиемрасположенное в северо-западной части

- платформы, общей площадью 51 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 49 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-западной части платформы, площадь — 61 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 44 м², без персонала.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 114 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 115 (пусковой комплекс-34)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-15-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 115 (пусковой комплекс-34)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-15-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....34
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....35
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....39
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выходы....41

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....*41*
2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием станции.....*41*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*41*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*42*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*42*
2.9. Подземная насосная станция.....42
3. Конструктивные решения.....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*43*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*43*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*44*
3.1.4. Метод укладки балок.....*44*
3.2. Конструкции железобетонные.....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*44*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*45*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*46*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*46*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*47*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....48
3.3.1. Фасадные конструкции.....*48*
3.3.2. Кровельные работы.....*48*
3.4. Основные материалы.....49
3.4.1. Бетон.....*49*
3.4.2. Арматурная сталь.....*50*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*51*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*52*
3.4.5. Сварочные материалы.....*52*
3.4.6. Болтовые соединения.....*53*
3.4.7. Конструкция моста.....*53*
4. Технологические решения.....54
4.1. Эскалаторные системы.....54
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*54*
4.1.2. Лифты.....*56*
4.1.3. Лестницы и перила.....*57*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*58*
4.1.5. Общие требования.....*58*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....59
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....59
5.1.1. Общественные зоны станций.....*59*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*59*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....60
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*60*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*60*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*62*
5.2.4. Состав системы.....*62*
5.2.5. Принцип работы.....*62*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*62*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*62*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*63*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....63
5.3.1. Общественные зоны станций.....*63*

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....64
5.3.3. Воздуховоды.....64
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....65
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....65
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**67**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....67
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....67
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....67
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....68
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....68
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....68
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....69
6.2.3. Арматура.....70
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....70
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....70
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....72
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....74
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....74
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....74
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....74
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....74
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....75
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....75
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....75
6.3.7. Дополнительные требования.....76
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....76
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....76
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....76
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....76
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....77
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....77
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....77
6.4.7. Нормативная база.....78
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....78
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....78
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....78
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....80
7. Электроснабжение.....**82**
7.1. Энергоснабжение и управление.....82
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....82
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....82
7.1.3. Управление оборудованием.....83
7.1.4. Безопасность и коммутация.....83
7.2. Распределение и управление освещением.....83
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....83
7.2.2. Классификация освещения.....83
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....84
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....84
7.2.5. Нормативы и мощность.....85
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....85
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....85
7.3.2. Установка оборудования.....87

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....88
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....88
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....89
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....89
7.5. Проектирование наружного освещения....90
7.5.1. Общие требования....90
7.5.2. Нагрузка и распределение....90
7.5.3. Кабели и проводка....90
7.5.4. Качество напряжения....90
7.6. Проектирование осветительных установок....90
7.6.1. Общие требования к светильникам....90
7.6.2. Энергоэффективность и управление....90
7.6.3. Наружное освещение....90
7.6.4. Оборудование и монтаж....91
7.7. Молниезащита и заземление....91
7.7.1. Общие положения....91
7.7.2. Защитное заземление....91
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....91
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....92
7.7.5. Молниезащита....92
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....92
7.7.7. Связь металлических элементов....92
7.8. Пояснения к обозначениям....93
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....93
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....93
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....93
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....93
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....93
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....93
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....93
7.9.1. Схема подключения....93
7.9.2. Режимы эксплуатации....94
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....94
7.10.1. Схема подключения....94
7.10.2. Режимы эксплуатации....94
7.11. Конфигурация измерительных приборов....95
7.12. Защита от перенапряжений....95
7.13. Заземление и безопасность....95
7.13.1. Общие требования....95
7.13.2. Реализация заземления....96
8. Слаботочные сети....97
8.1. Слаботочные сети....97
8.1.1. Объём проектирования....97
8.1.2. Транспортные системы связи....97
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....97
8.1.4. Система видеонаблюдения....98
8.1.5. Системы беспроводной связи....98
8.1.6. Подсистемы....99
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....99
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....99
8.1.9. Общие требования....100
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....100

8.1.11. Зоны вещания: *100*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) 100
8.2.1. Состав системы *100*
8.2.2. Функции системы *100*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *101*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 102
8.3.1. Общие сведения *102*
8.3.2. Состав системы FAS *102*
8.3.3. Основные функции системы *103*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *104*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *105*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *106*
8.3.7. Освещение перегонов *106*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *106*
8.3.8. Стандарты освещённости *106*
8.3.9. Расположение оборудования *106*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *107*
8.3.11. Система освещения *107*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *107*
8.3.13. Требования к оборудованию *108*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *108*
8.3.15. Функции и уровни управления *109*
8.3.16. Интеграция подсистем *109*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *110*
8.3.18. Энергомониторинг *110*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 110
8.4.1. Общие требования к прокладке *110*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *110*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *111*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *111*
8.4.5. Установка оборудования *111*
8.5. Системные интерфейсы 111
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *112*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 113
8.7. Электропитание 113
8.8. Заземление 113
9. Межсистемная интеграция 114
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *114*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *114*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *114*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией *114*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *115*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *115*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *116*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *116*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *116*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *116*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *116*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *116*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *117*
9.2. Интерфейсы системы BAS 117

9.2.1. Общие принципы *117*
9.2.2. Перечень интерфейсов *117*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *118*
9.2.4. Заземление BAS *118*
9.2.5. Заключительные положения *118*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **119**
10.1. Степень огнестойкости 119
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 119
10.3. Противопожарные отсеки 119
10.4. Противопожарные конструкции 120
10.5. Незадымляемые зоны 121
10.6. Безопасная эвакуация 121
10.6.1. Противопожарные расстояния *121*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *121*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *122*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *122*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *122*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *122*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *123*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *123*
Перечень приложений **124**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *22*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *26*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *36*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *38*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *43*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *54*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *56*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *64*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *65*
Таблица 7.1: Марки и сечения *86*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *87*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *94*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *94*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *95*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *100*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *104*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *104*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *109*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *111*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *115*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *117*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *122*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 https://english.bucg.com/

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции и станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-15-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-15-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-15-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-15-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-15-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-15-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-15-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-15-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-15-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного

	стального моста.
ALRT-P1-03-15-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-15-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-15-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-15-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-15-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-15-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-15-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-15-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-15-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная

	подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-15-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-15-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-15-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-15-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-15-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-15-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-15-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 115 расположена на пятнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 115 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, текущие условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 115 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Тип станции	Трехэтажное здание с боковым расположением
13	Выходы (количество)	2
14	Количество аварийных выходов	4
15	Эффективная длина/ширина платформы (м)	86/23.6
16	Длина/ширина/высота основного здания станции (м)	97.19/2.1/23.72
17	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	7.550 (369.191)
18	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы (м)	6.500 (368.141)

19	Общая площадь станции (м²)	5187
20	Строительный объем станции (м)	50827,35
21	Общая площадь здания станции (подземная/надземная) (кв. м)	998/4008
22	Строительный объем станции выше ур. земли (м³)	41828.08 7260.13
23	Строительный объем станции ниже ур. земли (м³)	1739.14
24	Вместимость станции (чел)	172
25	Вместимость перегона (чел)	492
26	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 115 расположена на пятнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 115 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, текущие условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.

- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 115 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 115 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Шамши Калдаякова имеет проектную ширину 80 м.
Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 86,00м.
Ширина здания: 23,600 м (локальная ширина — 27,1 м).
Высота сооружения: 23,72 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 5187 м², в том числе:
Основное здание: 4008 м² (включая надземную часть — 989 м² и подземные коммуникационные шахты — 60 м²);
Вспомогательные сооружения: 1179 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной

зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 361,641 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 369,191; м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 368,141 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 353,391 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 353,391 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –6114,7887, Y = 4128,8515.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 9 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Примечание: В соответствии с соглашением между казахстанским застройщиком и владельцем здания «Abu Dhabi Plaza», выход В соединён со вторым этажом башни и предназначен для использования в штатном режиме. В случае пожара в «Abu DhabiPlaza» он может служить аварийным выходом из здания башни, но не используется для эвакуации из станции.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)

5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5

длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки

должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Разница в отметках между уровнем станции и Abu Dhabi Plaza: 1405 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-15-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): С1, С3а, С4, С4а, С6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °С…+40 °С; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °С
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)

режим	
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;
Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;
При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC115-1(N)` — эскалатор на станции 115, первый, внутри станции;
- `ELE115-1(KA)` — лифт на станции 115 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:

   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
    1. аварийное освещение;
    2. нормальное освещение;
    3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

***В насосных и влажных зонах**:*

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

- Номинальная мощность: 15 кВт;
- Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
- На выходе:
  - УЗО (устройства защитного отключения);
  - промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

- Автоматическое — через систему BAS станции;
- Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

- Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
- Шаг установки: 9,318 м;
- Монтаж: на поручнях моста;
- Стрелочные переводы:
  - стационарное освещение не предусматривается;
  - используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

- Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
- Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
- Заземлители: арматура свайного фундамента.
- Требования:
  - непрерывность электрической цепи от верха до низа;
  - сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

Таблица *8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2018,7 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом , площадь — 796,42 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенное в северо-восточной части платформы, площадь — 10 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-западной части платформы, площадь — 31 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 10 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования в юго-западной части платформы, площадь — 24 м², без персонала.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Поскольку он используется как эвакуационный выход из здания, но не как аварийный выход из станции, в месте соединения моста и станции установлены постоянно открытые противопожарные двери, автоматически закрывающиеся при пожаре.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 115 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 116 (пусковой комплекс-35)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-16-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 116 (пусковой комплекс-35)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-16-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....8
Ведомость комплектов рабочих чертежей....11
1. Общие положения....15
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....15
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....15
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....16
1.1.3. Документация смежных специальностей....16
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....16
1.3. Технико-экономические показатели проекта....23
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....23
Основные технические параметры....23
2....23
1....23
70/8.0....23
86.00/23.60....23
97.19/27.10....23
7.550(371.141)....24
6.500(370.091)....24
5218....24
4039....24
1179/989....24
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....25
1.4.1. Климатические условия....25
1.4.2. Гидрологические условия....25
1.4.3. Гидрогеологические условия....26
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....28
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....28
1.4.6. Инженерно-геологические условия....29
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....29
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....30
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....31
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....33
2. Архитектурное решение....34
2.1. Характеристика объекта....34
2.1.1. Местоположение и окружение....34
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....34
2.1.3. Габариты и площади....34
2.1.4. Конструктивные особенности....34
2.1.5. Входы и эвакуация....34
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....35
2.1.7. Высотные отметки....35
2.1.8. Координаты и система измерений....35
2.1.9. Инженерное оборудование....35
2.1.10. Особенности проектирования....35
2.1.11. Проектные нормы....36
2.1.12. Функциональное зонирование....36
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....37
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....38
2.2. Основные характеристики конструкции....38

2.3. Общественные объекты....38
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....38
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....39
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....39
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....39
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....39
2.4. Внутренние и наружные стены....40
2.5. Оконные и дверные перемычки....41
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....41
2.7. Выходы....42
2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции....42
2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием станции....42
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 42
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих....42
2.8.2. Лестницы и поручни....42
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения....43
2.9. Подземная насосная станция....43
3. Конструктивные решения....44
3.1. Требования к конструкциям и деформациям....44
3.1.1. Допустимые смещения и осадки....44
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации....44
3.1.3. Особые условия пересечений....45
3.1.4. Метод укладки балок....45
3.2. Конструкции железобетонные....45
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия....45
3.2.2 Общие положения по армированию....46
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн....47
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)....47
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий....48
3.3. Наружные фасады и кровельные работы....49
3.3.1. Фасадные конструкции....49
3.3.2. Кровельные работы....49
3.4. Основные материалы....50
3.4.1. Бетон....50
3.4.2. Арматурная сталь....51
3.4.3. Сталь для металлических конструкций....52
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов....53
3.4.5. Сварочные материалы....53
3.4.6. Болтовые соединения....54
3.4.7. Конструкция моста....54
4. Технологические решения....55
4.1. Эскалаторные системы....55
4.1.1. Основные принципы проектирования....55
4.1.2. Лифты....57
4.1.3. Лестницы и перила....58
4.1.4. Нумерация оборудования....59
4.1.5. Общие требования....59
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха....60
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления....60
5.1.1. Общественные зоны станций....60
5.1.2. Помещения для управления и оборудования....60
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)....61

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....61
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....61
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....63
5.2.4. Состав системы.....63
5.2.5. Принцип работы.....63
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....63
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....63
5.2.8. Конфигурация системы управления.....64
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....64
5.3.1. Общественные зоны станций.....64
5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....65
5.3.3. Воздуховоды.....65
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....66
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....66
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**68**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....68
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....68
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....68
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....69
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....69
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....69
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....70
6.2.3. Арматура.....71
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....71
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....71
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....73
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....75
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....75
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....75
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....75
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....75
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....76
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....76
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....76
6.3.7. Дополнительные требования.....77
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....77
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....77
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....77
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....77
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....78
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....78
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....78
6.4.7. Нормативная база.....79
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....79
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....79
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....79
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....81
7. Электроснабжение.....**83**
7.1. Энергоснабжение и управление.....83
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....83
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....83
7.1.3. Управление оборудованием.....84

7.1.4. Безопасность и коммутация....84
7.2. Распределение и управление освещением....84
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии....84
7.2.2. Классификация освещения....84
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление....85
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление....85
7.2.5. Нормативы и мощность....86
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования....86
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий....86
7.3.2. Установка оборудования....88
7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....89
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....89
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....90
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....90
7.5. Проектирование наружного освещения....91
7.5.1. Общие требования....91
7.5.2. Нагрузка и распределение....91
7.5.3. Кабели и проводка....91
7.5.4. Качество напряжения....91
7.6. Проектирование осветительных установок....91
7.6.1. Общие требования к светильникам....91
7.6.2. Энергоэффективность и управление....91
7.6.3. Наружное освещение....91
7.6.4. Оборудование и монтаж....92
7.7. Молниезащита и заземление....92
7.7.1. Общие положения....92
7.7.2. Защитное заземление....92
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....92
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....93
7.7.5. Молниезащита....93
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....93
7.7.7. Связь металлических элементов....93
7.8. Пояснения к обозначениям....94
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....94
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....94
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....94
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....94
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....94
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....94
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....94
7.9.1. Схема подключения....94
7.9.2. Режимы эксплуатации....95
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....95
7.10.1. Схема подключения....95
7.10.2. Режимы эксплуатации....95
7.11. Конфигурация измерительных приборов....96
7.12. Защита от перенапряжений....96
7.13. Заземление и безопасность....96
7.13.1. Общие требования....96
7.13.2. Реализация заземления....97
8. Слаботочные сети....98
8.1. Слаботочные сети....98

8.1.1. Объём проектирования....98
8.1.2. Транспортные системы связи....98
8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi....98
8.1.4. Система видеонаблюдения....99
8.1.5. Системы беспроводной связи....99
8.1.6. Подсистемы....100
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....100
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....100
8.1.9. Общие требования....101
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....101
8.1.11. Зоны вещания:....101
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)....101
8.2.1. Состав системы....101
8.2.2. Функции системы....101
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования....102
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)....103
8.3.1. Общие сведения....103
8.3.2. Состав системы FAS....103
8.3.3. Основные функции системы....104
8.3.4. Взаимодействие с другими системами....105
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей....106
8.3.6. Электроснабжение и заземление....107
8.3.7. Освещение перегонов....107
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению....107
8.3.8. Стандарты освещённости....107
8.3.9. Расположение оборудования....107
8.3.10. Система электроснабжения и распределения....108
8.3.11. Система освещения....108
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность....108
8.3.13. Требования к оборудованию....109
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей....109
8.3.15. Функции и уровни управления....110
8.3.16. Интеграция подсистем....110
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)....111
8.3.18. Энергомониторинг....111
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования....111
8.4.1. Общие требования к прокладке....111
8.4.2. Заземление кабельных конструкций....111
8.4.3. Требования к открытой прокладке....112
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка....112
8.4.5. Установка оборудования....112
8.5. Системные интерфейсы....112
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD....113
8.6. Интерфейсы IBP-панели....114
8.7. Электропитание....114
8.8. Заземление....114
9. Межсистемная интеграция....115
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению....115
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)....115
9.1.3. Взаимодействие с FAS....115
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией....115
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием....116

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением.....116
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами.....117
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD).....117
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами.....117
9.1.10. Взаимодействие со строителями.....117
9.1.11. Взаимодействие с отделкой.....117
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями.....117
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов.....117
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией.....118
9.2. Интерфейсы системы BAS.....118
9.2.1. Общие принципы.....118
9.2.2. Перечень интерфейсов.....118
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....119
9.2.4. Заземление BAS.....119
9.2.5. Заключительные положения.....119
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий.....120
10.1. Степень огнестойкости.....120
10.2. Проезжая часть для пожарных машин.....120
10.3. Противопожарные отсеки.....120
10.4. Противопожарные конструкции.....121
10.5. Незадымляемые зоны.....122
10.6. Безопасная эвакуация.....122
10.6.1. Противопожарные расстояния.....122
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций.....122
10.6.3. Меры по предотвращению затопления.....123
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа.....123
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление.....123
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры.....123
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения.....123
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»).....124
Перечень приложений.....125

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....20
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....25
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций.....36
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений.....39
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям.....46
Таблица 3.2: Таблиц типов стандартных платформ.....61
Таблица 3.3: Таблица типов опор узловых мостов.....61
Таблица 3.4: Таблица статистических пересечений дорог.....61
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора.....62
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов.....64
Таблица 5.1: Вентиляция помещений.....74
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб.....76
Таблица 7.1: Марки и сечения.....104
Таблица 7.2: Распределительные щиты.....105
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ.....114
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В.....115

Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов.....115
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования.....122
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре.....127
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами.....128
Таблица 8.4: Интеграция подсистем.....134
Таблица 8.5: Системные интерфейсы.....137
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией.....141
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем.....144
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации.....151

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 https://english.bucg.com/

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-16-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-16-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-16-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-16-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-16-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-16-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-16-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-16-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-16-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного стального моста.
ALRT-P1-03-16-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-16-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-11-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-11-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-16-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-16-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-16-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-16-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции

ALRT-P1-06-16-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-16-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-16-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-16-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-16-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-16-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-16-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-16-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 116 расположена на шестнадцатом участке линии и проходит по улице Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 116 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятны..

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 116 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);

3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)

50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)

51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»

53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)

54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»

55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)

56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)

58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)

59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)

60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Трехэтажное здание с боковым подходом
13	Выходы (шт)	2
14	Эвакуационные выходы (шт)	1
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.0
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	86.00/23.60
17	Проекция внешнего контура на фасад станции метро /ширина (м)	97.19/27.10
18	Эффективная высота платформы	7.550(371.141)

	в центре станции (м)	
19	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	6.500(370.091)
20	Строительный объем станции (м)	50845,81
21	Площадь застройки здания станции (м²)	5218
22	Общая площадь здания станции (м²)	4039
23	Площадь вспомогательных зданий и сооружений станций (м²) (Включая соединительные переходы)	1179/989
24	Строительный объем станции и выходов выше ур. земли (м³)	41846.54 7260.13
25	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли (м³)	1739.14
26	Вместимость станции (чел)	172
27	Вместимость перегона (чел)	492
28	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 116 расположена на шестнадцатом участке линии и проходит по улице Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 116 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятны.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 116 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 116 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	Т1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Шамши Калдаякова имеет проектную ширину 70 м.
Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 86,00 м. (в осях)
Ширина здания: 23,60 м в осях (локальная ширина — 24,00 м).
Высота сооружения: 23,72 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 60 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 5218 м², в том числе:
Основное здание: 4039 м² (включая надземную часть — 4027 м² и подземные коммуникационные шахты —12 м²);
Вспомогательные сооружения: 1179 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной

зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 363,591 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 371,141 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 370,091 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 355,341 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 355,341 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –6424,732, Y = 5335,687.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 9 осей и 7 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,

- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 5400 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции

- Ширина подъёмной части: 5400 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — 0,003L (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-16-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DB1,а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C4a.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)

Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;
Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;
При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC116-1(N)` — эскалатор на станции 116, первый, внутри станции;
- `ELE116-1(KA)` — лифт на станции 116 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:

   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов*:*

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования*:*

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
    1. аварийное освещение;
    2. нормальное освещение;
    3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

***В насосных и влажных зонах**:*

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:
горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;
При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

600×200 мм и 300×200 мм — для слаботочных кабелей;
400×200 мм и 200×100 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.

Центральный уровень:

мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.

Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

Таблица *8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2018,7 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–6), площадь — 796,42 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенные на северо-восточной части платформы, площадь — 18 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода, помещение не оборудовано системой пожарной сигнализации

Отсек №4: помещения оборудования в северо-западной части платформы, площадь — 36 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 18 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования в юго-западной части платформы, площадь — 33 м², без персонала, помещение не оборудовано системой пожарной сигнализации

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 116 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 117 (пусковой комплекс-36)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-17-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол"

Станция 117 (пусковой комплекс-36)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-17-ОПЗ

Директор **Д.Е. Королев**

Гл. инженер проекта **А.Г. Гулев**

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....14
1.1.3. Документация смежных специальностей....14
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....23
1.4.1. Климатические условия....23
1.4.2. Гидрологические условия....23
1.4.3. Гидрогеологические условия....24
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....26
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....26
1.4.6. Инженерно-геологические условия....27
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....27
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....28
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....29
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....31
2. Архитектурное решение....32
2.1. Характеристика объекта....32
2.1.1. Местоположение и окружение....32
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....32
2.1.3. Габариты и площади....32
2.1.4. Конструктивные особенности....32
2.1.5. Входы и эвакуация....32
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....33
2.1.7. Высотные отметки....33
2.1.8. Координаты и система измерений....33
2.1.9. Инженерное оборудование....33
2.1.10. Особенности проектирования....33
2.1.11. Проектные нормы....34
2.1.12. Функциональное зонирование....34
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....35
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....36
2.2. Основные характеристики конструкции....36
2.3. Общественные объекты....36
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....36
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....37
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....37
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....37
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....38
2.4. Внутренние и наружные стены....38
2.5. Оконные и дверные перемычки....39
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....39
2.7. Выходы....40

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....*40*
2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием станции.....*40*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 40
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*40*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*40*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*41*
2.9. Подземная насосная станция.....41
3. Конструктивные решения.....42
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....42
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*42*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*42*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*43*
3.1.4. Метод укладки балок.....*43*
3.2. Конструкции железобетонные.....43
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*43*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*44*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*45*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*45*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*46*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....47
3.3.1. Фасадные конструкции.....*47*
3.3.2. Кровельные работы.....*47*
3.4. Основные материалы.....48
3.4.1. Бетон.....*48*
3.4.2. Арматурная сталь.....*49*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*50*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*51*
3.4.5. Сварочные материалы.....*51*
3.4.6. Болтовые соединения.....*52*
3.4.7. Конструкция моста.....*52*
4. Технологические решения.....53
4.1. Эскалаторные системы.....53
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*53*
4.1.2. Лифты.....*55*
4.1.3. Лестницы и перила.....*56*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*56*
4.1.5. Общие требования.....*57*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....58
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....58
5.1.1. Общественные зоны станций.....*58*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*58*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....59
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*59*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*59*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*61*
5.2.4. Состав системы.....*61*
5.2.5. Принцип работы.....*61*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*61*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*61*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*62*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....62
5.3.1. Общественные зоны станций.....*62*

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....*63*
5.3.3. Воздуховоды.....*63*
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....*64*
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....*64*
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**66**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....66
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....*66*
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....*66*
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....*67*
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....67
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....*67*
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....*68*
6.2.3. Арматура.....*69*
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....*69*
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....*69*
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....*71*
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*73*
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....73
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....*73*
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....*73*
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....*74*
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....*74*
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....*74*
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....*74*
6.3.7. Дополнительные требования.....*75*
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....75
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....*75*
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....*75*
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....*75*
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....*76*
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....*76*
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....*76*
6.4.7. Нормативная база.....*77*
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....77
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....*77*
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....*77*
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....*79*
7. Электроснабжение.....**81**
7.1. Энергоснабжение и управление.....81
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....*81*
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....*81*
7.1.3. Управление оборудованием.....*82*
7.1.4. Безопасность и коммутация.....*82*
7.2. Распределение и управление освещением.....82
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....*82*
7.2.2. Классификация освещения.....*82*
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....*83*
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....*83*
7.2.5. Нормативы и мощность.....*84*
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....84
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....*84*
7.3.2. Установка оборудования.....*86*

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....87
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....87
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....88
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....89
7.5. Проектирование наружного освещения....89
7.5.1. Общие требования....89
7.5.2. Нагрузка и распределение....89
7.5.3. Кабели и проводка....89
7.5.4. Качество напряжения....89
7.6. Проектирование осветительных установок....90
7.6.1. Общие требования к светильникам....90
7.6.2. Энергоэффективность и управление....90
7.6.3. Наружное освещение....90
7.6.4. Оборудование и монтаж....90
7.7. Молниезащита и заземление....90
7.7.1. Общие положения....90
7.7.2. Защитное заземление....90
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....91
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....91
7.7.5. Молниезащита....91
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....92
7.7.7. Связь металлических элементов....92
7.8. Пояснения к обозначениям....92
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....92
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....92
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....92
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....92
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....93
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....93
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....93
7.9.1. Схема подключения....93
7.9.2. Режимы эксплуатации....93
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....94
7.10.1. Схема подключения....94
7.10.2. Режимы эксплуатации....94
7.11. Конфигурация измерительных приборов....94
7.12. Защита от перенапряжений....95
7.13. Заземление и безопасность....95
7.13.1. Общие требования....95
7.13.2. Реализация заземления....95
8. Слаботочные сети....96
8.1. Слаботочные сети....96
8.1.1. Объём проектирования....96
8.1.2. Транспортные системы связи....96
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....96
8.1.4. Система видеонаблюдения....97
8.1.5. Системы беспроводной связи....97
8.1.6. Подсистемы....98
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....98
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....98
8.1.9. Общие требования....99
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....99

8.1.11. Зоны вещания:.....*99*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации).....99
8.2.1. Состав системы.....*99*
8.2.2. Функции системы.....*99*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования.....*100*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS).....101
8.3.1. Общие сведения.....*101*
8.3.2. Состав системы FAS.....*101*
8.3.3. Основные функции системы.....*102*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами.....*103*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей.....*104*
8.3.6. Электроснабжение и заземление.....*105*
8.3.7. Освещение перегонов.....*105*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению.....*105*
8.3.8. Стандарты освещённости.....*105*
8.3.9. Расположение оборудования.....*105*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения.....*106*
8.3.11. Система освещения.....*106*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность.....*106*
8.3.13. Требования к оборудованию.....*107*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей.....*107*
8.3.15. Функции и уровни управления.....*108*
8.3.16. Интеграция подсистем.....*108*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP).....*109*
8.3.18. Энергомониторинг.....*109*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования.....109
8.4.1. Общие требования к прокладке.....*109*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций.....*109*
8.4.3. Требования к открытой прокладке.....*110*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка.....*110*
8.4.5. Установка оборудования.....*110*
8.5. Системные интерфейсы.....110
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD.....*111*
8.6. Интерфейсы IBP-панели.....112
8.7. Электропитание.....112
8.8. Заземление.....112
9. Межсистемная интеграция.....113
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению.....*113*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS).....*113*
9.1.3. Взаимодействие с FAS.....*113*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией.....*113*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием.....*114*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением.....*114*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами.....*115*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD).....*115*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами.....*115*
9.1.10. Взаимодействие со строителями.....*115*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой.....*115*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями.....*115*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов.....*116*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией.....*116*
9.2. Интерфейсы системы BAS.....116

9.2.1. Общие принципы *116*
9.2.2. Перечень интерфейсов *116*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *117*
9.2.4. Заземление BAS *117*
9.2.5. Заключительные положения *117*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **118**
10.1. Степень огнестойкости 118
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 118
10.3. Противопожарные отсеки 118
10.4. Противопожарные конструкции 119
10.5. Незадымляемые зоны 120
10.6. Безопасная эвакуация 120
10.6.1. Противопожарные расстояния *120*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *120*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *120*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *121*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *121*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *121*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *121*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *122*
Перечень приложений **123**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *22*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *25*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *35*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *37*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *42*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *53*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *55*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *63*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *64*
Таблица 7.1: Марки и сечения *85*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *86*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *93*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *94*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *94*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *99*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *103*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *103*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *108*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *110*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *114*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *116*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *121*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 https://english.bucg.com/

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			
CO	**Конструкции**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
M	станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-17-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-17-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-17-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-17-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-17-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-17-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-17-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-17-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-17-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного

	стального моста.
ALRT-P1-03-17-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-17-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-17-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-17-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-17-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-17-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-17-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-17-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции
ALRT-P1-06-17-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная

	подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-17-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-17-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-17-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-17-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-17-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-17-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-17-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Станция 117 расположена на семнадцатой линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 117 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятные.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. EPC ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;

– вентиляции и кондиционированию;

– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:
– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 117 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);

10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» **- СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» **- СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» **- СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)

25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» **- СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» **- СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» **- СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» **- ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» **- СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» **- СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»

42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» **- ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»

55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Трехэтажное здание с боковым подходом
13	Выходы (количество)	2
14	Количество аварийных выходов	1
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.0
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	99.00/23.60
18	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	7.550(366.031)

19	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	6.500(364.981)
20	Площадь застройки здания станции (м²)	6121
21	Общая площадь здания станции (м²)	4978
22	Строительный объем станции (м)	56406,91
23	Площадь вспомогательных зданий и сооружений станций (м²)	199/944.4
24	Строительный объем станции и выходов выше ур. земли (м³)	47451.57 7216.2
25	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли (м³)	1739.14
26	Вместимость станции (чел)	172
27	Вместимость перегона (чел)	492
28	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 117 расположена на семнадцатой линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 117 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 117 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 117 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Улица Шамши Калдаякова имеет:
Ширина планируемой длороги — 80 м (включая центральную зелёную зону).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 99,00 м.
Ширина здания: 23,60 м (локальная ширина — 24,00 м).
Высота сооружения: 23,8 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,0 м.
Общая площадь здания станции: 6177 м², в том числе:
Основное здание:4978 м² (включая надземную часть — 4966 м² и подземные коммуникационные шахты — 12 м²);
Вспомогательные сооружения: 1199 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция).

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

На станции предусмотрено 2 наземных входа, расположенных по обеим сторонам дороги под станцией и соединенных с наземной частью с помощью пешеходного моста. В зоне основного оборудования станции предусмотрен 1 аварийный выход, соединяющийся с зеленой зоной посреди дороги. Вход в общественную зону станции спроектирован в соответствии с требованиями заказчика и одобрен органами планирования.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 358,481 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 366,031 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 364,1981 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 350,231 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 350,231 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X = –6744,2808, Y = =6579,9199.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;
- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,
- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,

- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,8 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — M5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;

- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L/ 0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м

и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-17-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с
Угол наклона	30°

Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола,

защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;

Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;

При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC117-1(N)` — эскалатор на станции 117, первый, внутри станции;
- `ELE117-1(KA)` — лифт на станции 117 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2323,63м².

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–6), площадь — 1073,32 м²; Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположено в северо-западной части платформы, площадь — 51 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования расположено в северо-восточной части платформы, площадь — 49 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в юго-восточной части платформы, площадь — 101 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования расположено в юго-восточной части платформы, площадь — 44 м², без персонала.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °C в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- 2 пешеходных моста шириной 5,4 м;
- выход: лестница (1,8 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м).

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 117 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.

- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.

- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.

- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.

- Огнетушители не должны быть заперты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.

- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).

- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).

- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. **Система противопожарного водопровода** (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 118 (пусковой комплекс-37)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-18-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»
Государственная лицензия №18018625 от 09.10.2018г. (I категория)

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I" (участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Станция 118 (пусковой комплекс-37)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-18-ОПЗ

Директор Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие....7
Ведомость комплектов рабочих чертежей....10
1. Общие положения....14
1.1. Основания и исходные данные для проектирования....14
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования....14
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон....15
1.1.3. Документация смежных специальностей....15
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы....15
1.3. Технико-экономические показатели проекта....22
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты....22
Основные технические параметры....22
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства....24
1.4.1. Климатические условия....24
1.4.2. Гидрологические условия....24
1.4.3. Гидрогеологические условия....25
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод....27
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты....27
1.4.6. Инженерно-геологические условия....28
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)....28
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)....29
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)....30
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов....32
2. Архитектурное решение....33
2.1. Характеристика объекта....33
2.1.1. Местоположение и окружение....33
2.1.2. Архитектурно-функциональная структура....33
2.1.3. Габариты и площади....33
2.1.4. Конструктивные особенности....33
2.1.5. Входы и эвакуация....33
2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы....34
2.1.7. Высотные отметки....34
2.1.8. Координаты и система измерений....34
2.1.9. Инженерное оборудование....34
2.1.10. Особенности проектирования....34
2.1.11. Проектные нормы....35
2.1.12. Функциональное зонирование....35
2.1.13. Система электрообогрева водостоков....36
2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн....37
2.2. Основные характеристики конструкции....37
2.3. Общественные объекты....37
2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи....37
2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения....38
2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов....38
2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа....38
2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах....39
2.4. Внутренние и наружные стены....39
2.5. Оконные и дверные перемычки....40
2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах....40
2.7. Выходы....41

2.7.1. Выход А соединяется с основным зданием станции.....*41*
2.7.2. Выход В соединяется с основным зданием станции.....*41*
2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями 41
2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих.....*41*
2.8.2. Лестницы и поручни.....*41*
2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения.....*42*
2.9. Подземная насосная станция.....42
3. Конструктивные решения.....43
3.1. Требования к конструкциям и деформациям.....43
3.1.1. Допустимые смещения и осадки.....*43*
3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....*43*
3.1.3. Особые условия пересечений.....*44*
3.1.4. Метод укладки балок.....*44*
3.2. Конструкции железобетонные.....44
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....*44*
3.2.2 Общие положения по армированию.....*45*
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....*46*
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....*46*
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....*47*
3.3. Наружные фасады и кровельные работы.....48
3.3.1. Фасадные конструкции.....*48*
3.3.2. Кровельные работы.....*48*
3.4. Основные материалы.....49
3.4.1. Бетон.....*49*
3.4.2. Арматурная сталь.....*50*
3.4.3. Сталь для металлических конструкций.....*51*
3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....*52*
3.4.5. Сварочные материалы.....*52*
3.4.6. Болтовые соединения.....*53*
3.4.7. Конструкция моста.....*53*
4. Технологические решения.....54
4.1. Эскалаторные системы.....54
4.1.1. Основные принципы проектирования.....*54*
4.1.2. Лифты.....*56*
4.1.3. Лестницы и перила.....*57*
4.1.4. Нумерация оборудования.....*58*
4.1.5. Общие требования.....*58*
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.....59
5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления.....59
5.1.1. Общественные зоны станций.....*59*
5.1.2. Помещения для управления и оборудования.....*59*
5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева).....60
5.2.1. Общие положения по теплоизоляции.....*60*
5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева.....*60*
5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....*62*
5.2.4. Состав системы.....*62*
5.2.5. Принцип работы.....*62*
5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности.....*62*
5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей.....*62*
5.2.8. Конфигурация системы управления.....*63*
5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК).....63
5.3.1. Общественные зоны станций.....*63*

5.3.2. Помещения для управления и оборудования.....64
5.3.3. Воздуховоды.....64
5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем.....65
5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК.....65
6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.....**67**
6.1. Источник водоснабжения и прием стоков.....67
6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.....67
6.1.2. Система противопожарного водоснабжения.....67
6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации.....68
6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.....68
6.2.1. Материалы труб и способы соединения.....68
6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита.....69
6.2.3. Арматура.....70
6.2.4. Санитарно-технические приборы.....70
6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования.....70
6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева.....72
6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева).....74
6.3. Водоотведение при строительстве котлованов.....74
6.3.1. Проектирование системы водопонижения.....74
6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов.....74
6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения.....75
6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды.....75
6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок.....75
6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод.....75
6.3.7. Дополнительные требования.....76
6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения.....76
6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении.....76
6.4.2. Обеспечение резервного электропитания.....76
6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта.....76
6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов.....77
6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод.....77
6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ.....77
6.4.7. Нормативная база.....78
6.5. Специфические требования к наружным сетям.....78
6.5.1. Прокладка трубопроводов.....78
6.5.2. Технология монтажа трубопроводов.....78
6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.....80
7. Электроснабжение.....**82**
7.1. Энергоснабжение и управление.....82
7.1.1. Общая схема электроснабжения.....82
7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции.....82
7.1.3. Управление оборудованием.....83
7.1.4. Безопасность и коммутация.....83
7.2. Распределение и управление освещением.....83
7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии.....83
7.2.2. Классификация освещения.....83
7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.....84
7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.....84
7.2.5. Нормативы и мощность.....85
7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....85
7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....85
7.3.2. Установка оборудования.....87

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению....88
7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)....88
7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)....89
7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)....90
7.5. Проектирование наружного освещения....90
7.5.1. Общие требования....90
7.5.2. Нагрузка и распределение....90
7.5.3. Кабели и проводка....90
7.5.4. Качество напряжения....90
7.6. Проектирование осветительных установок....91
7.6.1. Общие требования к светильникам....91
7.6.2. Энергоэффективность и управление....91
7.6.3. Наружное освещение....91
7.6.4. Оборудование и монтаж....91
7.7. Молниезащита и заземление....91
7.7.1. Общие положения....91
7.7.2. Защитное заземление....91
7.7.3. Система уравнивания потенциалов....92
7.7.4. Заземление кабельных конструкций....92
7.7.5. Молниезащита....92
7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)....93
7.7.7. Связь металлических элементов....93
7.8. Пояснения к обозначениям....93
7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения....93
7.8.2. Подстанция и тяговая сеть....93
7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии....93
7.8.4. Система защиты от блуждающих токов....93
7.8.5. Подстанция и система силового освещения....94
7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация....94
7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ....94
7.9.1. Схема подключения....94
7.9.2. Режимы эксплуатации....94
7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)....95
7.10.1. Схема подключения....95
7.10.2. Режимы эксплуатации....95
7.11. Конфигурация измерительных приборов....95
7.12. Защита от перенапряжений....96
7.13. Заземление и безопасность....96
7.13.1. Общие требования....96
7.13.2. Реализация заземления....96
8. Слаботочные сети....97
8.1. Слаботочные сети....97
8.1.1. Объём проектирования....97
8.1.2. Транспортные системы связи....97
8.1.3. Телефонные системы, ОА, Wi-Fi....97
8.1.4. Система видеонаблюдения....98
8.1.5. Системы беспроводной связи....98
8.1.6. Подсистемы....99
8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем....99
8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы....99
8.1.9. Общие требования....100
8.1.10. Принципы нумерации оборудования....100

8.1.11. Зоны вещания: *100*
8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) 100
8.2.1. Состав системы *100*
8.2.2. Функции системы *100*
8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования *101*
8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS) 102
8.3.1. Общие сведения *102*
8.3.2. Состав системы FAS *102*
8.3.3. Основные функции системы *103*
8.3.4. Взаимодействие с другими системами *104*
8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей *105*
8.3.6. Электроснабжение и заземление *106*
8.3.7. Освещение перегонов *106*
Классификация нагрузок и требования к электроснабжению *106*
8.3.8. Стандарты освещённости *106*
8.3.9. Расположение оборудования *106*
8.3.10. Система электроснабжения и распределения *107*
8.3.11. Система освещения *107*
8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность *107*
8.3.13. Требования к оборудованию *108*
8.3.14. Выбор и прокладка кабелей *108*
8.3.15. Функции и уровни управления *109*
8.3.16. Интеграция подсистем *109*
8.3.17. Аварийное управление (панель IBP) *110*
8.3.18. Энергомониторинг *110*
8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования 110
8.4.1. Общие требования к прокладке *110*
8.4.2. Заземление кабельных конструкций *110*
8.4.3. Требования к открытой прокладке *111*
8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка *111*
8.4.5. Установка оборудования *111*
8.5. Системные интерфейсы 111
8.5.1. Особенности интерфейса с PSD *112*
8.6. Интерфейсы IBP-панели 113
8.7. Электропитание 113
8.8. Заземление 113
9. Межсистемная интеграция 114
9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению *114*
9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *114*
9.1.3. Взаимодействие с FAS *114*
9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией *114*
9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием *115*
9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением *115*
9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами *116*
9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD) *116*
9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами *116*
9.1.10. Взаимодействие со строителями *116*
9.1.11. Взаимодействие с отделкой *116*
9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями *116*
9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов *117*
9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией *117*
9.2. Интерфейсы системы BAS 117

9.2.1. Общие принципы *117*
9.2.2. Перечень интерфейсов *117*
9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS) *118*
9.2.4. Заземление BAS *118*
9.2.5. Заключительные положения *118*
10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий **119**
10.1. Степень огнестойкости 119
10.2. Проезжая часть для пожарных машин 119
10.3. Противопожарные отсеки 119
10.4. Противопожарные конструкции 120
10.5. Незадымляемые зоны 121
10.6. Безопасная эвакуация 121
10.6.1. Противопожарные расстояния *121*
10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций *121*
10.6.3. Меры по предотвращению затопления *122*
10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа *122*
10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление *122*
10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры *122*
10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения *123*
10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода») *123*
Перечень приложений **124**

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры *22*
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды *27*
Таблица 2.1: Классификация инженерных систем и коммуникаций *36*
Таблица 2.2: Требования к внутренним высотам помещений *38*
Таблица 3.1: Требования к конструкциям и деформациям *43*
Таблица 4.1: Технические параметры эскалатора *54*
Таблица 4.2: Технические параметры лифтов *56*
Таблица 5.1: Вентиляция помещений *64*
Таблица 5.2: Теплоизоляция труб *65*
Таблица 7.1: Марки и сечения *86*
Таблица 7.2: Распределительные щиты *87*
Таблица 7.3: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ *94*
Таблица 7.4: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В *95*
Таблица 7.5: Конфигурация измерительных приборов *95*
Таблица 8.1: Принципы нумерации оборудования *100*
Таблица 8.2: Функции управления при пожаре *104*
Таблица 8.3: Взаимодействие с другими системами *104*
Таблица 8.4: Интеграция подсистем *109*
Таблица 8.5: Системные интерфейсы *111*
Таблица 9.1: Взаимодействие с вентиляцией *115*
Таблица 9.2: Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем *117*
Таблица 10.1: Система пожарной сигнализации *122*

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD[1] (далее Авторы) в целях реализации EPC договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (A — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 https://english.bucg.com/

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:
ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**Депо**
Разделы	**Описание**																			
GP	**Генеральный план**																			
ARC	**Архитектура**																			
STR	**Строительные конструкции станции**																			
BRI	**Мостовые конструкции**																			
HVAC	**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**																			
WSDF	**Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение**																			
PLS	**Электроосвещение**																			
PDS	**Электроснабжения**																			
PSS	**Заземление**																			
FAS	**Автоматическая пожарная сигнализация**																			
COM	**Конструкции станции связи**																			
ISCS	**Интегрированная система мониторинга**																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-18-00-00-DD-GP	Генеральный план
Архитектурно-технологические решения	
ALRT-P1-03-18-01-01-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 1. Архитектурные решения (в том числе технологические).
ALRT-P1-03-18-01-02-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 2. Архитектурные решения фасада главного здания станции.
ALRT-P1-03-18-01-03-DD-ARC-TECH	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 3. Архитектурные решения в том числе технологические решения) вспомогательных зданий станции.
ALRT-P1-03-18-01-04-DD-ARC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 1. Архитектура станции. Альбом 4. Архитектурные чертежи фасада вспомогательного здания станции.
Строительные конструкции станции	
ALRT-P1-03-18-02-01-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 1. Строительные чертежи фундамента конструкции.
ALRT-P1-03-18-02-02-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 2. Главная конструкция.
ALRT-P1-03-18-02-03-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 3. Стальная конструкция навеса.
ALRT-P1-03-18-02-04-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование.

	Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 4. Подконструкция пешеходного стального моста.
ALRT-P1-03-18-02-05-DD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 5. Надстройка пешеходного стального моста на входе.
ALRT-P1-03-18-02-07-CD-STR	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 2. Строительные конструкции станции. Альбом 7. Пешеходный стальной мост на входе и выходе.
Отопление и вентиляция	
ALRT-P1-03-18-03-00-DD-HVAC	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Водопровод и канализация	
ALRT-P1-03-18-04-00-DD-WSDF	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 4. Водоснабжение, водоотведение и водяное пожаротушение.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-03-18-05-01-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 1. Освещение электростанций.
ALRT-P1-03-18-05-02-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 2. Декорирование и освещение общественных мест.
ALRT-P1-03-18-05-03-DD-PLS	Книга 3. Станционное проектирование. Раздел 5. Система электроосвещения. Альбом 3. Конструкции освещения фасада станции.
Система электроснабжения	
ALRT-P1-06-18-01-00-DD-PSS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 1. Комплексное заземляющее устройство станции

ALRT-P1-06-18-02-DD-PDS	Книга 6.Система электроснабжения. Раздел 2. Тягово-понижающая гибридная подстанция
Слаботочные сети	
ALRT-P1-07-01-18-00-DD-COM	Книга 7. Слаботочные сети. Раздел 1. Конструкции станции связи.
ALRT-P1-09-01-18-00-DD-ISCS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 1. Интегрированная система мониторинга станции
ALRT-P1-09-02-18-00-DD-BAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 2. Система мониторинга окружающей среды и оборудования станции
ALRT-P1-09-03-18-00-DD-FAS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 3. Система автоматической пожарной сигнализации станции
ALRT-P1-09-04-18-00-DD-ACS	Книга 9. Система автоматического управления. Раздел 4. Система контроля доступа.
ALRT-P1-11-18-00-00-DD-ESE	Книга 11. Эскалатор и лифты
ALRT-P1-12-18-00-00-DD-AFC	Книга 12. Продажа билетов

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается в близи междунарожного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 118 расположена на 18-м участке линии, на западной стороне западной площади нового железнодорожного вокзала, рядом с планируемой дорогой, ширина которой составляет 40 м (включая зеленую зону). Станция 118 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную на эстакаде. К востоку от станции находится новый железнодорожный вокзал Астаны. За исключением участка вокзала и прилегающих дорог, застройка еще не осуществлена, в настоящее время здесь преимущественно пустырь. Под станцией ведется строительство дороги, и станция готова к строительству.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System”
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

– строительным конструкциям;
– вентиляции и кондиционированию;
– низковольтному электроснабжению;
– водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
– лифтам и эскалаторам;
– комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

– AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
– BAS (система автоматизации здания);
– контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 118 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) **- СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» **- СП РК 3.02-107-2014** « Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014 «**Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» **- СП РК 2.02-101-2022,** изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» **- СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» **- СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», С**П РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» **- СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» **- СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» **- СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» **- СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» **- СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» **- СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» **- НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017«**Нагрузки и воздействия на здания**,** ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки **(к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011)**,ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия **(к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).**
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» **- СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» **- СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» **- СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.)**, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003 «**Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013 «**Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)»**, 15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» **- ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» **- СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» **- СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» **- СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» **- СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» **- СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» **- СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» **- ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) «**Лифты. Общие требования безопасности»,**ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» **- СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » **- СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» **- СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » **- СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118.** Электроды для углеродистой стали **- ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследованийи **- СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) **- ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007**«Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» **- СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011**«Нормы проектирования кладочных конструкций» **- НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T** 1**3350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции **- СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» **- СН РК 3.02-17-2011**«Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» **- СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Сопротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»**, НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)

64. **TB10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)

65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревальные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»

66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»

69. **15J401,15J403-1** “Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»

70. **TB/T3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)

71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».

72. **TB 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)

73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».

75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»

77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»

79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»

80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций.Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)

81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

***Таблица 1.1**: Основные технические параметры*

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — ≥ 5,5 м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовной рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Типы станций	Трехэтажное здание с боковым подходом
13	Выходы (шт)	2
14	Эвакуационные выходы (шт)	1
15	Эффективная дина/ширина платформы (м)	70/8.4
16	Основные конструкции зданий станции метро и железных дорог длина/ширина (м)	99.00/23.60

17	Проекция внешнего контура на фасад станции метро /ширина (м)	109.98/27.76/23.72
18	Эффективная высота платформы в центре станции (м)	7.550(369.200)
19	Эффективная высота рельсового полотна в центре платформы на расстоянии (м)	6.500(368.150)
20	Площадь застройки здания станции (м²)	7510
21	Общая площадь здания станции (м²)	5100
22	Строительный объем станции (м)	57432,54
23	Площадь вспомогательных зданий и сооружений станций (м²) (Включая соединительные переходы)	199/2211
24	Строительный объем станции и выходов выше ур. земли (м³)	48468.20 7216.2
25	Строительный объем станции и выходов ниже ур. земли (м³)	1739.14
26	Вместимость станции (чел)	172
27	Вместимость перегона (чел)	492
28	Вместимость поезда (чел)	652

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 118 расположена на 18-м участке линии, на западной стороне западной площади нового железнодорожного вокзала, рядом с планируемой дорогой, ширина которой составляет 40 м (включая зеленую зону). Станция 118 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную на эстакаде. К востоку от станции находится новый железнодорожный вокзал Астаны. За исключением участка вокзала и прилегающих дорог, застройка еще не осуществлена, в настоящее время здесь преимущественно пустырь. Под станцией ведется строительство дороги, и станция готова к строительству

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °C.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °C.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °C.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °C.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °C.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 118 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 118 составляет 2,6 м.

***Таблица 1.2**: Категории агрессивности окружающей среды*

Карбонизация (T)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований »- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;
При чередовании сухого и влажного режимо - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);
Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;
Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослои глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослои песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (C)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 3 скважинах (С186, С188, С199) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Архитектурное решение

2.1. Характеристика объекта

2.1.1. Местоположение и окружение

Текущая ширина проезжей части — 32 м; после реконструкции — 42 м (включая центральную зелёную полосу шириной 6 м).
Прилегающие территории уже застроены, проект предусматривает интеграцию станции в существующую городскую застройку.

2.1.2. Архитектурно-функциональная структура

Станция состоит из трёх надземных этажей и одного подземного уровня:

- Подземный этаж (–1): пожарная насосная станция, насосная бытовых нужд.
- Первый наземный этаж (1): проезд муниципальных дорог и входные группы.
- Второй этаж (2): вестибюль (зал ожидания), сан узлы, подъемники для МГН (маломобильные группы населения), технические помещения.
- Третий этаж (3): пассажирские платформы с боковым расположением, так же имеются помещения под платформами (тех. помещения)

2.1.3. Габариты и площади

Общая длина основного здания станции: 99,00 м
Ширина здания: 24,4м в осях (локальная ширина — 24,00 м).
Высота сооружения: 23,72 м.
Расчётная эффективная длина платформы: 70 м, ширина платформы — 8,4 м.
Общая площадь здания станции: 7 510 м², в том числе:
Основное здание: 5 100 м² (включая надземную часть — 5 485 м² и подземные коммуникационные шахты — 60 м²);
Вспомогательные сооружения: 2410 м² (входы А и В с лифтами для маломобильных групп, пешеходный мост, подземная насосная станция 2199).
Соединительные переходы — 188 м²

2.1.4. Конструктивные особенности

Основная конструкция — одностоечная мостовая система из монолитного железобетона. Платформы имеют закрытую конструкцию. Крыша и навес выполнены в виде стальной решётчатой (ромбовидной) конструкции с ячейками 3×3 м. Наружная оболочка — стеклянные и алюминиевые панели. Фундамент — буронабивные сваи диаметром 1,5 м.

2.1.5. Входы и эвакуация

Входы А и В расположены по обе стороны дороги и соединены с прилегающими территориями надземным пешеходным мостом. В рабочее время входы используются для доступа на станцию; в ночное время — как пешеходный переход через дорогу. В общественной зоне станции дополнительно предусмотрены 2 лестничные клетки, ведущие к центральной зелёной

зоне — они выполняют функцию аварийных выходов. В зоне технологического оборудования — 1 аварийный выход, также ведущий к зелёной зоне.

2.1.6. Пассажирские лифты и эскалаторы

На станции установлено 4 лифта для маломобильных групп населения:

2 — между платформой и вестибюлем;

2 — в пешеходных мостах у входов А и В

Установлено 4 группы эскалаторов (по 2 с каждой стороны платформы). Каждая группа включает по одному эскалатору вверх и вниз (ширина — 1 м). Дополнительно — лестницы шириной 2 м и 1,2 м. Пропускная способность эскалаторов - 7 300 чел./час; скорость — 0,65 м/с. Эскалаторы подключены к источнику питания первой категории, участвуют в эвакуации при пожаре и оборудованы дымовыми завесами.

2.1.7. Высотные отметки

Используется Балтийская система высот:

Относительная отметка чистого пола вестибюля: ±0,000 (абсолютная — 361,650 м).

Относительная отметка платформы: +7,550 (абсолютная — 369,200 м).

Относительная отметка верха рельсов: +6,500 (абсолютная — 368,150 м).

Относительная отметка уровня земли: –8,250 (абсолютная — 353,400 м).

Продольный уклон в пределах станции отсутствует.

Высота планируемой поверхности дороги вокруг станции — 353,400 м, что учтено при проектировании.

2.1.8. Координаты и система измерений

Система координат — местная система Астаны, основанная на Балтийской системе.

Единицы измерения:

- на планах — миллиметры;
- на генпланах, в координатах и высотных отметках — метры.

Координаты оси эффективной платформы (пересечение правой оси пути): X =6462,080 Y = 7480,136.

2.1.9. Инженерное оборудование

На станции размещена одна понижающая подстанция (на втором этаже). По обе стороны вестибюля и платформ расположены помещения для распределения освещения.

Станция не является узловой по сигнальному оборудованию.

2.1.10. Особенности проектирования

В связи с холодным климатом Астаны в конструкции полов применена теплоизоляция:

- В вестибюле: 150 мм стяжки + 100 мм экструдированного пенополистирола (класс В1);
- На платформе: 100 мм. согласно теплотехническому расчету, если он есть.

Внутренние высоты помещений (от чистого пола до потолка):

- Вестибюль и платформа — не менее 3 000 мм;
- Коридоры зоны управления — не менее 2 400 мм;

- Диспетчерская (с антистатическим полом) — не менее 3 000 мм от поверхности пола до потолка;
- Помещение слаботочных систем — не менее 2 800 мм свободного пространства под подвесным потолком.

2.1.11. Проектные нормы

Уровень проектирования строительных работ: I.

Наземные станции. Класс огнестойкости: II (подземная часть — I).

Срок службы основной конструкции здания:

- бетонной конструкции — 100 лет;
- стальной конструкции — 50 лет.

Сейсмостойкость: район не относится к сейсмически опасным.

Степень огнестойкости здания: II.

Степень водонепроницаемости кровли: I.

Срок эксплуатации фасадных и кровельных систем: 25 лет.

2.1.12. Функциональное зонирование

Разделение зон: оборудование и общественное пространство

Противопожарные двери и окна, разделяющие зоны, относятся к отделке зоны оборудования. Отделка стен и полов в местах установки дверей, а также пороги — входят в состав отделки общественных зон.

На уровне вестибюля:

Перегородки, штукатурка и отделка со стороны зоны оборудования, включая двери и окна — зона оборудования.

Штукатурка и отделка со стороны пассажирской зоны — общественная зона.

Туалеты в общественных зонах:

Отделка стен и полов — общественная зона.

Двери и окна (включая для маломобильных групп) — зона оборудования.

Под эскалаторами:

Отделка наружных поверхностей треугольной комнаты (со стороны пассажиров) — общественная зона.

Внутренняя отделка и двери — зона оборудования.

На уровне платформы

Граница проходит по платформенным дверям:

- Внутри дверей — общественная зона.
- За дверями — зона оборудования.

Под платформенное пространство, межэтажные зоны подстанции, первый подземный этаж — полностью относятся к отделке зоны оборудования.

Интерфейсы с инженерными системами

Проектирование интерфейсов с системами выполняется специалистами соответствующих разделов. В настоящем сборнике представлены схемы взаимодействия с:

- системами вентиляции и кондиционирования (HVAC),
- водоснабжения, канализации и противопожарного водоснабжения,
- электроснабжения и освещения,

- системами связи, сигнализации, FAS/BAS, AFC, PIS, контроля доступа, комплексного мониторинга.

Расположение оборудования должно соответствовать чертежам профильных специалистов.

Таблица 2.1: *Классификация инженерных систем и коммуникаций*

Системы вентиляции	Вентиляция и кондиционирование в общественных зонах и помещениях оборудования
Системы водоснабжения	Холодное/горячее водоснабжение, канализация, противопожарное водоснабжение, кондиционирование
Силовое электроснабжение	Электропитание, освещение
Слаботочные системы	Связь, сигнализация, FAS/BAS, AFC, PIS, безопасность, мониторинг
Воздуховоды	Приточные, вытяжные, дымоудаления, дымоотводы, каналы повышенного давления
Водопроводные трубы	Трубы ХВС/ГВС, канализации (бытовой, ливневой, под давлением), конденсата, пожаротушения
Кабельные системы	Силовые и слаботочные кабели, включая кабели для дверей, билетных систем и др.

В зонах с плотной прокладкой коммуникаций (коридоры, технические помещения) применяются комплексные подвесные кронштейны.

2.1.13. Система электрообогрева водостоков

Состав системы:

- Блок управления электрообогревом,
- Нагревательные и питающие кабели,
- Датчики температуры и сигнальные кабели,
- Система аварийной сигнализации,
- Модуль дистанционного мониторинга,
- Теплоизоляция трубопроводов.

Принцип работы

Система предотвращает замерзание водосточных труб:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C — автоматически включается обогрев.
- При достижении +5 °C — обогрев отключается.
- Поддерживаемый диапазон: 0–5 °C.

Система контроля и сигнализации

Контроль температуры в диапазоне 0–15 °C.

Сигнализация при:

- температуре < 0 °C или > 15 °C,
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля,
- отказе системы теплоизоляции.

Все данные передаются в систему диспетчерского контроля.

2.1.14. Энергосберегающий теплоизоляционный дизайн

Принцип «дом в доме» и зонирование по температурному режиму.

Проект представляет собой надземную станцию скоростного трамвая. В рамках энергосберегающего подхода применена концепция «дом в доме», предполагающая разделение станции на функциональные зоны с разными температурными режимами.

Неотапливаемые зоны (платформа, вестибюль, входы/выходы): проектная температура — +5 °C. В этих зонах реализованы меры по минимизации теплопотерь и снижению энергопотребления за счёт эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отапливаемые зоны (офисные помещения в пределах осей пересечения, две распределительные комнаты освещения на концах платформы, инженерно-технические помещения, помещения систем управления платформенными дверями) проектная температура — +18 °C. Здесь строго соблюдаются национальные нормы энергосбережения и применяются комплексные энергоэффективные решения.

2.2. Основные характеристики конструкции

Основная конструкция станции имеет 11 осей и 9 пролётов. Фундамент выполнен в виде буро-набивных свай. Тип свайного фундамента — буро-набивная каменная свая. Указаны два варианта диаметра: 1,0 м и 1,5 м. Толщина защитного слоя свай — 90 мм. Несущие платформы основной конструкции представляют собой шестисекционные плиты размерами 7,5 × 12,0 × 3,0 м и 6,4 × 10,3 × 3,0 м с толщиной защитного слоя 50 мм.

2.3. Общественные объекты

2.3.1. Вертикальные и горизонтальные связи

В целях обеспечения повседневного доступа пассажиров и эвакуации в случае пожара в общественной зоне станции (от вестибюля до платформы) предусмотрены следующие элементы вертикального сообщения:

Эскалаторы и лестницы

Северная часть платформы (группы 1 и 2):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м,
- 1 лифт для маломобильных групп населения (МГН).

Южная часть платформы (группы 3 и 4, в зоне оплаты):

- 1 эскалатор шириной 1 м (вверх),
- 1 эскалатор шириной 1 м (вниз),
- 2 лестницы шириной по 2 м.

Выход А:

- 2 эскалатора шириной 1 м (вверх и вниз),
- 1 лестница шириной 1,2 м,
- 1 лифт для МГН.

Выход В:

- 2 эскалатора шириной 1 м,
- 1 лестница шириной 6 м,
- 1 лифт для МГН.

Аварийные выходы

В зале станции (помимо выхода А) дополнительно предусмотрены две лестницы шириной 1,2 м, предназначенные исключительно для эвакуации из общественной зоны. В случае пожара на станции пешеходный мост у выхода А отсекается противопожарными дверями и не задействуется в эвакуационных мероприятиях.

2.3.2. Лифты для маломобильных групп населения

На станции установлено 4 лифта для МГН:

- 2 лифта соединяют платформу с вестибюлем (вертикальное сообщение внутри станции);
- 2 лифта расположены на пешеходных мостах у выходов А и В.

2.3.3. Эвакуационные характеристики эскалаторов

Пропускная способность: до 7 300 человек/час.
Скорость движения: 0,65 м/с.
Электропитание: от источника первой категории надёжности.
Функция при пожаре: эскалаторы участвуют в эвакуации (в штатном направлении движения).

2.3.4. Оборудование зоны контроля доступа

Расположение турникетов, автоматических билетных касс и другого оборудования AFC (автоматизированной системы контроля доступа и оплаты проезда) между платной и бесплатной зонами указано на плане вестибюля. Количество единиц оборудования, трассы прокладки кабелей и трубопроводов, а также детали монтажа будут предоставлены специалистами по AFC в отдельном выпуске. Настоящий альбом содержит ориентировочную информацию. Отделка билетных касс и контрольно-пропускных пунктов приведена в соответствующем альбоме по внутренней отделке.

***Таблица 2.2**: Требования к внутренним высотам помещений*

1	**Общественные зоны вестибюля**	≥ 3 000 мм
2	**Общественные зоны платформы**	≥ 3 000 мм
3	**Проходы в зоне управления оборудованием**	≥ 2 400 мм
4	**Диспетчерская (с антистатическим подвесным полом, поднят на 320 мм)**	≥ 3 000 мм (от поверхности подвесного пола до нижней поверхности подвесного потолка)
5	**Помещение интеграции слаботочных систем (с подпольным полом высотой ≥ 170 мм)**	≥ 2 800 мм (свободное пространство между подпольным полом и потолком)

2.3.5. Конструкция полов в общественных зонах

С учётом сурового климата Астаны (низкие температуры, длительный отопительный сезон) в конструкции полов применены теплоизоляционные меры:

- Зал станции: Стяжка: 150 мм, теплоизоляционный слой: 100 мм экструдированного пенополистирола (XPS), класс горючести B1.
- Платформа: Общая толщина конструкции пола: 100 мм (включая теплоизоляцию, соответствующую климатическим требованиям).

2.4. Внутренние и наружные стены

Прочность пустотелого блока перегородки должна быть не ниже MU10, а марка раствора для кладки — не ниже M100. Практика и расположение внутренних перегородок над уровнем земли должны соответствовать указаниям в инструкциях по проектированию и строительным чертежам здания. Уровень качества кладки контролируется в соответствии с классом B. Требования регулируются «Нормы проектирования кладочных конструкций» (GB 50003-2011) в Республике Казахстан не противоречащим документам является:

- НТП РК 06.01-2011 «Проектирование каменных конструкций »
- СН П РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».

Другие конструктивные элементы: колонны, пояса обвязки, кладка стен указаны на строительных чертежах здания. При возведении основной конструкции необходимо заранее предусмотреть закладку арматуры для конструктивных колонн и усиление пояса обвязки. Подробная информация о толщине и расположении наружных и внутренних стен приведена на строительных чертежах. При устройстве конструкций следует предусматривать армирование колонн и пояса обвязки . При длине ограждающей стены или перегородки более 4 м, а также у углов и проёмов (дверных и оконных) шириной свыше 1800 мм, с обеих сторон проёма должны устанавливаться железобетонные конструктивные колонны. Колонны размещаются в перекрытиях между главными и вспомогательными балками (или плитами) с шагом не более 4 м. Точное расположение колонн определяется по архитектурным чертежам планировки стен. Конструктивные колонны изготавливаются сечением (толщина стены) × (толщина стены), армированные продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 200 мм. Высота колонны равна чистой высоте между этажами. Продольная арматура должна быть заанкерена в балках (или перекрытиях) верхнего и нижнего этажей на длину 31d. Если колонна бетонируется во вторую очередь, в соответствующих местах должны быть заранее установлены вставные стержни 4Ø12, стыкуемые с основной арматурой внахлёст на длину 35d. Заполняющая стена возводится до бетонирования колонны, после чего колонна заливается совместно со стеной. При чистой высоте заполняющей или перегородочной стены ≥ 4 м на половине её высоты устраивается горизонтальная железобетонная балка сечением (толщина стены) × 200 мм, армированная продольной арматурой 4Ø12 и хомутами Ø6 с шагом 250 мм. Продольная арматура балки должна быть заанкерена в железобетонную стену или колонну на длину ≥ 35d. В местах сопряжения колонн и боковых стен с ограждающими конструкциями по высоте колонн и стен предусматриваются соединительные закладные в виде арматурных выпусков 2Ø6 длиной 500 мм. Длина анкеровки — 35d. Выпуски должны выходить за грань колонн и стен не менее чем на 1/5 длины стены и не менее 700 мм. Заполняющие стены по всей высоте каркасных колонн армируются через каждые 500–600 мм двумя стержнями Ø6, которые пропускаются сквозь всю

длину стены. В лестничных клетках и коридорах, предназначенных для пешеходного движения, с обеих сторон заполняющих стен по всей их длине устраивается армирующая стальная сетка:

- толщина штукатурного слоя — 20 мм;
- марка раствора — М5;
- диаметр проволоки — 2,5 мм;
- ячейка сетки — 30 × 30 мм;
- крепление к бетонным колоннам и балкам — стальными гвоздями (диаметр ≥ 4 мм, глубина заделки ≥ 40 мм, шаг ≤ 100 мм).

Если под стеной перекрытия отсутствует балка и кладка ведётся непосредственно по плите, в нижней зоне плиты по ширине стены должна быть равномерно установлена дополнительная арматура:

- на уровне станционного зала — 3Ø18 с шагом 70 мм;
- на уровне платформы — 3Ø16 с шагом 70 мм.
- Длина анкеровки на опорах — не менее 15d.

При недостатке места для прямых анкеров допускается их замена на изогнутые. Верх заполняющих стен и перегородок, примыкающих к нижней части балок или перекрытий, выполняется из наклонной (диагональной) кладки. Верх стены должен плотно прилегать к конструкции перекрытия. Технология выполнения в соответствии с альбомом 12G614-1, лист 16: «Стяжка в верхней части стены заполнения». (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.5. Оконные и дверные перемычки

Если высота дверного или оконного проёма не совпадает с отметкой низа балки, над проёмом устраивается монолитная железобетонная перемычная балка. Использование кирпичных перемычек или опирание перемычки непосредственно на дверную коробку не допускается. Положение и высота перемычек указаны на строительных чертежах. Перемычные балки для внутренних перегородок подбираются по чистому пролёту и толщине стены в соответствии с таблицами номинальных нагрузок первого класса из альбома 11G322-1. При несоответствии пролёта модулю принимается ближайший больший размер. (чертежи выполнены по типовому проекту КНР).При наличии рядом с проёмом железобетонных конструктивных колонн в них заранее предусматривается арматура для соединения с перемычной балкой. Если сборная перемычка примыкает к колонне, она заменяется монолитной, при этом класс арматуры балки повышается на два уровня.

2.6. Меры по предотвращению трещин в заполняющих стенах

Стыки между кладкой и железобетонными элементами должны быть тщательно заполнены раствором. Заполняющая стена возводится до уровня 150–200 мм ниже низа балки, после чего выдерживается не менее 7 суток для завершения усадки кладки, после чего верхняя часть заполняется диагональной кладкой из керамического кирпича. Газобетонные блоки перед укладкой должны храниться в сухом месте не менее одного месяца для завершения усадочных процессов. Все наружные оконные рамы должны крепиться к железобетонной перемычной плите, расположенной над проёмом. Способы крепления указаны на монтажных чертежах. Стыки кладки должны выполняться с перевязкой швов. При невозможности одновременной кладки применяются наклонные швы; в крайнем случае анкерные стержни, заделываемые в кладку на 500 мм с каждой

стороны. На стыках между блочной перегородкой и железобетонными конструкциями в слое штукатурки устанавливается стальная сетка шириной более 200 мм с каждой стороны стыка.

2.7. Выходы

2.7.1. **Выход А** соединяется с основным зданием станции.

- Ширина подъёмной части: 4800 мм;
- Высота подъёмной части: 7950 мм; - по чертежам +6,370
- Чистая высота пешеходного моста: ≥ 2800 мм (от уровня отделочного пола до нижней поверхности подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Уклон моста: плоский (без уклона).

2.7.2. **Выход В** соединяется с основным зданием станции

- Ширина подъёмной части: 11 200 мм;
- Высота подъёмной части: 6150 мм; - по чертежам +5,965
- Чистая высота эстакады: ≥ 2800 мм (от отделочного пола до подвесного потолка);
- Толщина отделки пола: 100 мм;
- Компенсация перепада — за счёт пандуса, устроенного на горизонтальном участке пешеходного моста.

2.8. Проектирование станций с учётом потребностей людей с ограниченными возможностями

2.8.1. Тактильные направляющие для слепых и слабовидящих

На станциях предусмотрена система тактильной ориентации для слепых и слабовидящих, включающая тактильные указатели и тактильные направляющие дорожки.

Тактильные указатели устанавливаются в следующих зонах:

- у входов и выходов станции;
- перед лестницами, на лестничных площадках и площадках отдыха;
- на поворотах маршрутов движения;
- у касс и контрольно-пропускных пунктов;
- в туалетах для маломобильных групп населения (МГН);
- у лифтов для МГН;
- в зонах ожидания на платформах.

Тактильные направляющие дорожки прокладываются между указателями.

Ширина дорожки 300 мм.

Материал — негорючий, класс огнестойкости А.

Устройство и размещение соответствуют требованиям. Подробные схемы и узлы размещения тактильных элементов приведены в альбоме отделочных работ.

2.8.2. Лестницы и поручни

Лестничные марши спроектированы с учётом безопасности и удобства передвижения.

Ступени - прямоугольной формы, без выступов и нависающих кромок.

На лицевой поверхности каждой ступени предусмотрен безопасный бортик высотой не менее 50 мм для визуального и тактильного контрастирования.

Поручни - продолжаются на 300 мм за пределы первого и последнего шага лестницы, загнуты вниз в конечных точках для предотвращения соскальзывания руки, оснащены табличками с обозначениями на шрифте Брайля.

Детали исполнения лестниц и поручней представлены в альбоме отделочных решений станции. Станция является надземной, с двумя пешеходными мостами, расположенными в центральной части общественной зоны:

- Выход А — со стороны основного здания станции;
- Выход В — со стороны основного здания станции;

Под выходом А размещена подземная насосная станция.

2.8.3. Лифты для маломобильных групп населения

На станциях установлены лифты, предназначенные для лиц с ограниченными возможностями. Их внутреннее оснащение соответствует требованиям, включая:

- кнопки с рельефными символами и дублированием на шрифте Брайля;
- звуковое и визуальное информирование;
- зеркало на задней стене кабины;
- систему двухсторонней связи с диспетчером (телефон экстренного вызова помощи).

Проектирование эскалаторов и траволаторов также осуществляется с учётом принципов безбарьерной доступности. В зоне управления оборудованием, расположенной в южной части вестибюля станции, предусмотрен сантехнический блок для МГН, не разделённый по половому признаку. Его внутреннее оборудование (поручни, раковина, вызов помощи и др.) соответствует тем же нормативным требованиям.

2.9. Подземная насосная станция

Расположена под выходом А на глубине 8,03 м от уровня чистого пола здания.

Общая площадь 187,19 м². Включает в себя пожарную насосную станцию, насосную станцию бытового водоснабжения.

Оборудована лестничной клеткой и стальной лестницей, ведущей на поверхность (соответствует требованиям пожарной безопасности). Отверстием для подъёма оборудования, для монтажа и замены насосов.

3. Конструктивные решения

3.1. Требования к конструкциям и деформациям

***Таблица 3.1**: Требования к конструкциям и деформациям*

Вертикальные прогибы

L ≤ 30	L / 2000
30 < L ≤ 60	L / 1500
60 < L ≤ 80	L / 1200
L > 80	L / 1000

Углы поворота балок

- Балластное полотно: ≤ 5‰ (односторонний);
- Без балластное полотно: ≤ 3‰;
- При углах поворота > 2‰ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \le L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: ≤ 6 мм

3.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \le 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \le 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при L < 25 м принимается L = 25 м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: ≤ 20 мм;
- Без балластное полотно: ≤ 10 мм.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

3.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при L < 50 м: ≤ 10 мм;
- при L ≥ 50 м: ≤ L / 5000.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

3.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета ≥ 5,5 м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

3.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

3.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже +5 °C. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёст

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1,стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — ≤ 50 %;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — ≤ 25 %;
- в колоннах — ≤ 50 %.

Расстояние между стыками — > 35d (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлёстным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — ≥ $1{,}3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1{,}3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — ≤ 25 %;
- сжатой арматуры — ≤ 50 %.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — ≥ $0{,}25d_{max}$ (d_{max} — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — ≤ $5d_{min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — ≤ $10d_{min}$ и ≤ 200 мм;

При d > 25 мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1,стр.63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: **Запрещено** оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
    - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута Ød с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
    - в теле главной балки — дополнительная арматура Ø ≥ 22 мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При h_w ≥ 450 мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре ≥ 20d;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — 0,003L;
- Пролёт ≥ 9 м — 0,0035L;
- Консоли — $0{,}0035 \cdot (2L_к)$, где $L_к$ — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлёст в пределах 1/3 пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — L0,003 (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135°, зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_р - a$ ($h_р$ — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

D ≤ 300 мм (круглые) или ≤ 300×300 мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

300×300 < отверстие ≤ 1000×1000 мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.3. Наружные фасады и кровельные работы

3.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2 × 1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю 1,5 × 1 м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2 × 1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) × 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2 × 1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы 80 × 230 × 12 мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы 80 × 140 × 5 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — 3 × 0,8 м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции» - с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы 100 × 100 × 4 мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

3.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

3.4. Основные материалы

3.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — ≥ 5 %;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — ≥ F400.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

3.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HPB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — ≥ 1,25. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — ≤ 1,3. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром Øs15.2, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения μ = 0,25;
- коэффициент отклонения ε = 0,0025.

3.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — ≥ 1,2;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — > 20 %;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

3.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

3.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO_2) — сплошная проволока ER50-2.

3.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высопрочные и шайбы е условия»

3.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями.
Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

***Опоры*:**

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок.(См. Альбом ALRT-P1-04-18-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DX1, DX2, PI, DA1, DB2-1,QT1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C3a, C7,C10.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

4. Технологические решения

4.1. Эскалаторные системы

4.1.1. Основные принципы проектирования

Устанавливаются для обеспечения пассажиропотока между уровнями:
платформа ↔ вестибюль и вестибюль ↔ входы/выходы.
Режим работы:

- непрерывный — 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- допускается 1 час с 100 % тормозной нагрузкой (120 кг/ступень) с интервалом 3 часа;
- остальное время — 60 % нагрузки.

Категория надёжности электроснабжения:

- эскалаторы, участвующие в эвакуации — I категория;
- остальные — II категория (в ЧС могут использоваться как фиксированные лестницы).

Таблица 4.1: *Технические параметры эскалатора*

Условия эксплуатации	Температура: –51 °C…+40 °C; влажность: 50–80 %; нормальная работа — при ≥ –10 °C
Тип	Внутренние (в пределах станции)
Номинальная скорость	0,65 м/с
Энергосберегающий режим	0,13 м/с и 0 м/с (спящий режим)
Скорость ремонта	0,13 м/с

Угол наклона	30°
Ширина ступени	1000 мм
Горизонтальные ступени	4 вверху, 4 внизу
Режим движения	Реверсивный (вверх/вниз)
Система управления	Частотно-регулируемая
Привод	Верхний
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение/ремонт: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Система заземления: TN-S
Прогиб ферм	≤ 1/1500 пролёта
Радиус кривизны направляющих	- Верхняя: ≥ 2600 мм (H ≤ 10 м), ≥ 3600 мм (H > 10 м) - Нижняя: ≥ 2000 мм
Промежуточные опоры	- H ≤ 6 м — не требуются - 6 м < H ≤ 12 м — 1 группа опор

Планировка и безопасность

Свободное пространство над ступенями: ≥ 2300 мм;

Расстояние от края проёма/колонны до поручня: ≥ 400 мм, при меньшем расстоянии устанавливаются вертикальные ограждения высотой ≥ 300 мм и предупреждающие знаки;

Ограждения вокруг проёмов в перекрытиях должны доходить до конца поручней, выполняются отделочниками. Для предотвращения резонанса делается зазор между поручнем и ограждением. При зазоре > 300 мм поставщик устанавливает защитные устройства от взбирания.

Интерфейсы и координация

Строительная специальность:

- закладные стальные пластины;
- подвесные крюки;
- обеспечение несущей способности.

Электроснабжение:

- подводится специалистами по низковольтным системам к верхней шахте;
- подключение — поставщиком эскалаторов.

Аварийное освещение и розетки в фермах поставляются и монтируются поставщиком.

Интерфейсы:

- с BAS — жёсткие соединения для мониторинга;
- с FAS — приём сигнала «Пожар» и переход в аварийный режим.

Приямки:

- гидроизоляция обязательна;
- дренаж специалистами по водоснабжению.

Зазоры между панелями и отделкой заделываются отделочниками.

Особые указания

Наружные панели из матовой нержавеющей стали 2 мм. Зазоры между эскалаторами закрываются нержавеющими заглушками. Координация с отделкой обязательна (уровень пола, защита при монтаже). Подвесные конструкции только по согласованной схеме. Перед монтажом проверка подвесных крюков; при несоответствии альтернативный план подъёма.

4.1.2. Лифты

Основные принципы проектирования

Предназначены для маломобильных групп населения и пассажиров с багажом.

Тип: без машинного помещения, с синхронным двигателем на постоянных магнитах.

Режим работы:

- 20 ч/сут, 140 ч/нед, круглогодично;
- среднее число пусков: ≥ 150 в час;

Категория электропитания: II;

Степень защиты шкафа: IP54.

Технические параметры

Таблица 4.2: *Технические параметры лифтов*

Условия эксплуатации	Аналогично эскалаторам: –51 °C…+40 °C
Номинальная скорость	1,0 м/с
Грузоподъёмность	1000 кг
Тип дверей	Двустворчатые, раздвижные
Ширина проёма	1000 мм
Управление дверьми	VVVF-регулирование
Внутренние размеры кабины	1600 × 1400 × 2400 мм (Ш×Г×В)
Внутренние размеры шахты	2400 × 2000 мм (Ш×Г)
Высота потолка	- Платформа → вестибюль: 4300 мм - Вход → лифт: 4400 мм
Глубина котлована	1600 мм
Адаптация	Для инвалидов (коляски, слепые)
Электропитание	- Основное: AC 380 В ±10 %, 50±0,5 Гц, 3-фазное, 4-проводное - Освещение: AC 220 В ±10 %, 1-фазное - Заземление: TN-S

Взаимодействие с другими системами

Шахты:

- от платформы до вестибюля — стеклянные, огнестойкость II;
- у входов — бетонные;
- гидроизоляция — обязательна.

Строительные требования:

- закладные детали, отверстия, несущая способность.

Электропитание подводится к точке ввода слева от двери верхнего этажа, подключение поставщиком лифтов.

Интерфейсы:

- с BAS — мониторинг через жёсткие соединения;
- с FAS — при пожаре лифт возвращается на эвакуационный этаж;
- Пятисторонняя связь:
  1) кабель ≥ 4×0,75 мм²;
  2) прокладка до диспетчерской — специалистами связи;
  3) внутри шахты — поставщиком лифтов.

Видеонаблюдение: камеры в кабине устанавливаются поставщиком, подключение — сетевой интерфейс.

Дренаж шахт специалистами по водоснабжению.

Стальные конструкции и дверные коробки — поставщиком лифтов, отделка пола и фасадов — отделочниками.

Особые указания

Вентиляция шахт и кабин — обязательна;

Посторонние кабели в шахту — не допускаются;

Стальные конструкции на чертежах — схематичны; детальное проектирование — квалифицированными организациями;

После монтажа обязательные испытания, получение разрешения на эксплуатацию, регулярные ТО.

4.1.3. Лестницы и перила

Высота перил:

- в общественных зонах — ≥ 1200 мм от уровня пола (уточнено по нормам безопасности);
- в зонах оборудования — 1100 мм.

Материалы:

- прочные, долговечные;
- стеклянные балюстрады — закалённое многослойное стекло.

Расстояние между стойками: ≤ 110 мм.

Горизонтальные перила устанавливаются:

- на верхней части лестниц/эскалаторов со стороны шахты;
- между лестницами и эскалаторами;
- между поручнями двух эскалаторов.

Ограждения в зоне путей:

- высота — 1100 мм;
- расстояние между стойками — ≤ 110 мм.

Примечание: Детали конструкций перил и ограждений — в альбоме «Чертежи отделки станций».

4.1.4. Нумерация оборудования

Ориентация плана: малые километры — слева, большие — справа;
Нумерация: от платформы к вестибюлю — по возрастанию километража; при одинаковом — сверху вниз;
При парной установке (вид снизу вверх):

- левый — «1», правый — «2»;

Формат обозначений:

- `ESC118-1(N)` — эскалатор на станции 118, первый, внутри станции;
- `ELE118-1(KA)` — лифт на станции 118 у выхода А.

4.1.5. Общие требования

Проект разработан на основе данных поставщиков. Окончательное изготовление по фактическим замерам, при невозможности согласование и акт. Все размеры в миллиметрах (мм); высоты — в метрах (м).

5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.1. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования и дымоудаления

5.1.1. Общественные зоны станций

Естественная вентиляция

В вестибюлях, проходах и на платформах предусмотрены открывающиеся окна для естественной вентиляции в переходный период (весна/осень). На платформах открывающиеся секции в верхней части экранных дверей. Площадь открывающихся окон не менее 2 % от площади общественной зоны. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре. Расстояние от любой точки зоны до ближайшего вытяжного отверстия — ≤ 30 м.

В целях исключения накопления газообразных продуктов горения подвижных составов ЛРТ, при их возгорании на участках путей, прилегающих к платформам станций должны быть оборудованы струйными вентиляторами, обеспечивающими удаление дыма через открытые проемы в торцах станций. Для удаления газообразных продуктов горения допускается применение систем общеобменной вентиляции, при этом для указанных вентиляционных систем должны быть обеспечены требования, предъявляемые к системам вытяжной противодымной вентиляции.

Искусственное кондиционирование и отопление

Установлены многосекционные сплит-системы (VRF) для:

- охлаждения летом;
- обогрева в переходный период (при высокой наружной температуре >-10ºС;

Над входами электрические воздушные завесы.

5.1.2. Помещения для управления и оборудования

Диспетчерские и помещения персонала

Мультизональные системы кондиционирования - для охлаждения и обогрева;

Дополнительно электрические обогреватели для поддержания расчётной температуры зимой. Установлены электрические вентиляторы для притока свежего воздуха.

Технические помещения (слаботочные системы, ИБП, подстанции)

Мультизональные сплит-системы для поддержания температурного режима оборудования. Механическая приточно-вытяжная вентиляция в переходный период.

Электрические обогреватели по технологическим требованиям.

Подстанции

Двухскоростные вентиляторы + естественная вентиляция. Режим работы автоматический, в зависимости от температуры. На наружных стенах первичные фильтры и электрические клапаны для регулирования воздухообмена. Система механической вентиляции одновременно выполняет функции дымоудаления (естественная вентиляция недостаточна).

Санитарные узлы

Независимая механическая вытяжка + естественный приток;

Электрические обогреватели для отопления зимой.

Пожарные насосные

Механическая приточная и вытяжная вентиляция. Электрические обогреватели для поддержания плюсовой температуры.

Помещения без естественного освещения и вентиляции

Внутренние коридоры длиной > 20 м, диспетчерские и другие закрытые помещения — оборудуются механической вентиляцией.

Лестничные клетки

Все закрытые лестничные клетки не соответствуют требованиям естественного дымоудаления. Предусмотрена система механического притока воздуха с клапанами сброса избыточного давления для обеспечения путей эвакуации в условиях пожара.

Требование к дымоудалению

Дымоудаление из общественных зон станций ЛРТ допускается проектировать естественным, через фрамуги (люки) в наружных ограждающих конструкциях, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами принудительного открывания при пожаре. Требуемую площадь открываемых проемов необходимо определить соответствующими расчетами, при этом необходимо учитывать разделение защищаемых пространств на дымовые зоны.

5.2. Система электрической теплоизоляции (электрообогрева)

5.2.1. Общие положения по теплоизоляции

Температура окружающей среды в период холодного времени года — минус 5 °С. С учетом температуры вентиляции, эксплуатации, расположения трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения, на станции предусматривается система теплоизоляции для трубопроводов водоснабжения, канализации и пожаротушения.

Выбор и размещение системы теплоизоляции.

1) Санитарные узлы и насосные помещения:

В санитарных узлах и насосных помещениях обеспечивается отопление, поддерживающее температуру не ниже +5 °С в течение всего отопительного сезона. Поэтому в этих помещениях (включая насосные станции, водопроводные и пожарные насосные установки, трубопроводы и оборудование) теплоизоляция не предусматривается.

2) Другие зоны:

Во всех других зонах (за исключением санитарных узлов), где располагаются трубопроводы водоснабжения и канализации, температура окружающей среды в течение всего года (включая зимний период) не опускается ниже +5 °С (особенно в зонах под платформой, на входных мостах, внутри балок, в шахтах, вблизи пассажирских зон и на уровне платформы). Для этих зон предусматривается электрическая тепловая изоляция (электрическое обогревание) трубопроводов водоснабжения, канализации и оборудования.

5.2.2. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

1. **Концепция системы:** Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

2. **Компановка системы.** Электрическая тепловая изоляция состоит из:

- электрического контроллера;
- нагревательного элемента (изоляционного кабеля);
- датчика температуры и комплектующих;
- трубной изоляции;
- системы автоматического контроля и сигнализации аварийных ситуаций;
- системы дистанционного управления.

3. **Конструктивные требования.** Наружная теплоизоляция состоит из цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³. Изоляционные материалы должны соответствовать требованиям GB/T 13350 «Стекловолокно и изделия из него для теплоизоляции» - СП РК 2.04-108-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия».

4. **Условия эксплуатации.** Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

5. **Температурный режим.** В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

6. **Электропитание и шкафы управления.**

Требования к питанию: Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

Шкафы управления: Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

Конфигурация: Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

Резервирование: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

5. Прочие технические требования.

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°C и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

5.2.3. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

5.2.4. Состав системы

Система электрообогрева включает следующие основные компоненты:

- Блок управления с модулем температурного контроля;
- Нагревательные кабели и кабели питания;
- Датчики температуры и сигнальные кабели;
- Система автоматической аварийной сигнализации;
- Блок дистанционного мониторинга;
- Теплоизоляция трубопроводов.

5.2.5. Принцип работы

Система предназначена для предотвращения замерзания трубопроводов в холодный период. Обеспечение нормальной эксплуатации инженерных сетей при низких температурах.

Алгоритм управления:

- При снижении температуры трубопровода ниже 0 °C система автоматически включает обогрев;
- При достижении температуры +5 °C автоматически отключает нагрев.

Цикл повторяется в зависимости от температуры окружающей среды. Таким образом, температура трубопроводов поддерживается в диапазоне 0–5 °C, что исключает замерзание и обеспечивает функциональность систем.

5.2.6. Требования к системе контроля и безопасности

Система оснащена автоматическим контролем и аварийной сигнализацией, подключённой ко всем нагревательным элементам. Осуществляется непрерывный мониторинг каждого контура.

Сигнализация срабатывает при:

- температуре ниже 0 °C или выше 15 °C;
- обрыве или коротком замыкании нагревательного кабеля;
- отказе блока управления.

5.2.7. Выбор и монтаж нагревательных кабелей

Тип и мощность кабеля выбираются в соответствии с национальным стандартом 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» -(СП РК 4.02-102-2012 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»)

Расчёт теплопотерь выполняется для каждого трубопровода отдельно, с учётом диаметра трубы, типа теплоизоляции, наличия фланцев, клапанов, опор и других элементов с повышенными теплопотерями.

Требования к кабелю:

- Саморегулирующийся;
- С экранированным слоем для защиты от электромагнитных помех;
- Электроизоляция — через раздельные распределительные коробки.

Электропитание:

- Напряжение сети: 380 В (трёхфазное);
- Рабочее напряжение каждого контура: 220 В;
- Поставщик обязан обеспечить трёхфазное балансирование нагрузки при подключении.

5.2.8. Конфигурация системы управления

На каждый обогреваемый трубопровод прокладываются два нагревательных кабеля основной и резервный. Кабели не работают одновременно, они включаются поочерёдно. Монтаж в соответствии с пропорциями и схемами, указанными в проектных чертежах.

Дополнительно: На каждый шкаф управления устанавливается датчик таяния снега, размещаемый вблизи водосточного жёлоба. Датчик измеряет температуру и влажность окружающей среды для оптимизации энергопотребления.

Ограничения: Один и тот же нагревательный кабель не допускается прокладывать на трубопроводы разного назначения или из разных материалов. Каждый контур управления — независимый.

5.3. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК)

5.3.1. Общественные зоны станций

Нормальный режим эксплуатации

Летний период: Охлаждение обеспечивается мультизональными сплит-системами.

Зимний период:

При наружной температуре > –10 °C (начало и конец зимы) основной обогрев мультизональными сплит-системами.

При наружной температуре ≤ –10 °C (середина зимы) включаются электрообогреватели в режиме высокой мощности.

При достижении +15 °C — переключаются на низкую мощность.

При снижении до +5 °C — возвращаются в режим высокой мощности.

Переходный период (весна/осень):

Используется естественная вентиляция через открывающиеся окна в вестибюлях и на платформах. Дополнительно вспомогательная вентиляция через открывающиеся секции в верхней части экранных дверей.

Нерабочее время:

Летом: сплит-системы отключены.

Зимой: поддержание температуры не ниже +5 °C;

при $t_{nar} > –10$ °C — обогрев сплит-системами,

при $t_{nar} \leq –10$ °C — электрообогреватели,

включение на высокой мощности при +5 °C,

переключение на низкую мощность при +10 °C

Дополнительно. Над всеми входами электрические воздушные завесы, включаемые в зимний период.

Режим работы при пожаре

- Пожар в вестибюле или проходах:
  1. открываются боковые окна для естественного дымоудаления;
  2. включаются вентиляторы подпора воздуха в закрытых лестничных клетках;
  3. эвакуация — через входы/выходы.
- Пожар на платформе:
  1. открываются боковые окна;

2. включается подпор в лестничных клетках;
3. эвакуация — по лестницам.

5.3.2. Помещения для управления и оборудования

***Таблица 5.1**: Вентиляция помещений*

Слаботочные и распределительные	**Мультизональное кондиционирование**	**Механическая вентиляция (автоматическая по температуре)**	**Сплит-система или электрообогрев**
Административные комнаты	Охлаждение сплит-системой	—	Обогрев сплит-системой или электрообогревателями + постоянная приточная вентиляция
Подстанции	Механическая вентиляция с естественным притоком (автоматика по температуре)	То же	Дополнительно — электрообогрев при необходимости
Санузлы	Механическая вытяжка + естественный приток	То же	+ Электрообогрев
Насосные станции	Механическая приточно-вытяжная вентиляция	То же	+ Электрообогрев

Все электрообогреватели работают автоматически по заданному температурному графику.

Режим при пожаре

При возгорании в технических помещениях:

- включаются дымоудаление в соответствующей противодымной зоне;
- подаётся воздух в лестничные клетки для обеспечения безопасной эвакуации.

5.3.3. Воздуховоды

Материал:

- Изготовлены из оцинкованной стали;
- Класс оцинковки — механический, масса цинкового покрытия — ≥ 275 г/м².

Противопожарные требования

При пересечении противопожарных преград (стен, перекрытий) воздуховоды на 2,0 м с обеих сторон клапана обшиваются противопожарными панелями, соответствующими пределу огнестойкости перегородки.

Толщина стали определяется по таблице (в проектной документации).

Уплотнения:

Прокладки из экологически безопасных, неасбестосодержащих материалов;
Система дымоудаления выдерживает 280 °C в течение 0,5 ч.

Теплоизоляция:

Вентиляционные, приточные и вытяжные воздуховоды —
центробежные стекловолоконные плиты, 40 мм;
Наружное покрытие — алюминиевая фольга ≥ 0,3 мм (влаго-, паро- и огнезащита);

Требования к изоляции:

- класс горючести — A (негорючий)
- $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
- влажность ≤ 5 %;
- плотность — 48 кг/м³;
- соответствие GB/T 13350.

Монтаж. При соединении с фасадными жалюзи трубы наклоняются в сторону жалюзи для дренажа.

5.3.4. Установка мультизональных сплит-систем

Трубопроводы хладагента.

Материал бесшовные трубы из дезоксидированной фосфористой меди. Монтаж строго по инструкции производителя.

Конденсатные трубопроводы

- Материал горячеоцинкованная сталь;
- Уклоны:
  - магистраль — ≥ 0,005;
  - ответвления — ≥ 0,01;
- На начальном участке ревизионный люк.

Таблица 5.2: *Теплоизоляция труб*

Хладагент	20 мм гибкий пенопласт (B1) + 20 мм стекловолокно (A)
Конденсат	25 мм стекловолокно (A)

Наружное покрытие —армированная алюминиевая фольга (огнестойкая, влагостойкая). Под потолком и снаружи дополнительный защитный слой из алюминиевого листа 0,6 мм.

Требования к материалам:

- **Стекловолокно**:
  - плотность — 64 кг/м³;
  - $\lambda_{20} \leq 0{,}033$ Вт/(м·°C);
  - соответствие GB/T 13350.
- **Пенопласт**:
  - класс — B1;
  - индекс кислорода ≥ 32 %;
  - $\lambda_0 \leq 0{,}036$ Вт/(м·°C);

Монтажные требования

Все трубопроводы на опорах и подвесках. При проходе через стены/перекрытия втулки, на 2 размера больше трубы с изоляцией. Зазор заполняется гибким огнестойким материалом. Втулка не является опорой. Перед монтажом очистка труб от загрязнений:

открытые концы — заглушены;

перед пуском — промывка контуров.

Трассы по «Комплексному чертежу трубопроводов». Запрещено прокладывать над шкафами силового и слаботочного оборудования. Короткие участки от внутренних блоков изолируются пенопластом B1, ≥ 25 мм.

5.3.5. Общие требования к монтажу ОВиК

1. **Электрические нагреватели, завесы, вентиляторы**:
   управляются единым контроллером;

воздуховоды в зоне ±0,8 м от нагревателей — из негорючих материалов.

2. **Виброизоляция**:
   поставляется производителем оборудования;
   на обычных вентиляторах — невоспламеняющиеся гибкие вставки;
   на дымовых и вытяжных — высокотемпературные (280 °C) силикон-стеклотканевые вставки, 150–300 мм;
   специальные дымовые вентиляторы — без гибких вставок.
3. **Вытяжные решётки в коридорах** устанавливаются в нижней части подвесного потолка, место под них предусматривается заранее.
4. **Проходы через конструкции**
   отверстия — предусмотрены в проекте;
   зазоры — заделаны негорючими материалами:
   большие — кирпичной кладкой или сталью ≥ 3 мм (с антикоррозией);
   малые — гибкими огнестойкими герметиками.
5. **Клапаны и арматура** должны иметь фиксированные опоры, ручки в доступных местах, рядом с обслуживаемым оборудованием ревизионные люки ≥ 500×500 мм.
6. **Пусконаладка** выполняется по инструкции производителя, настройка по проектным расходам воздуха.
7. **Размещение воздухораспределителей**:
   запрещено устанавливать над шкафами оборудования — для предотвращения конденсата и обеспечения доступа.

6. Водоснабжение, водоотведение и канализация.

6.1. Источник водоснабжения и прием стоков

Согласно Техническим условиям, предоставленным «Астана Су» (г. Астана), хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение станции осуществляется от городского водопровода. Давление в точке подключения – 0,15 МПа, предусмотрено два независимых ввода. Хозяйственно-бытовые стоки отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

6.1.1. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городская водопроводная вода. Давление в городской сети – 0,1 МПа.

Нормы расхода воды и расчетные значения:

(1) **Нормы расхода воды**:

- Потребление воды персоналом — 30 л/чел сутки;
- Режим работы — 24 часа в сутки;
- Коэффициент часовой неравномерности — 2,5.
- Пожарный расход воды определяется в соответствии с действующими нормативами.

(2) **Расход воды**:

- Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сутки;
- Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

Организация системы водоснабжения:

Система водоснабжения для производственных и бытовых нужд подаётся от насосной установки. Насосы напрямую забирают воду из городской магистрали.

После повышения давления вода подаётся на потребление в здании станции.

Умывальники в санузлах оснащены электрическими водонагревателями.

6.1.2. Система противопожарного водоснабжения

Источник. В качестве источника используется городской водопровод. Обеспечивается двухконтурное подключение для противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение:

- Внутренние пожарные краны — 20 л/с;
- Наружные пожарные краны — 40 л/с;
- Длительность тушения — 2 часа.

Организация системы:

(1) **Наружная система пожаротушения:** На площадке станции предусмотрена установка 4-х подземных пожарных гидрантов. Гидранты устанавливаются в колодцах с утепленными люками и страховочными кольцами. Давление у гидранта должно быть не менее 0,1 МПа. Производительность каждого гидранта – 10-15 л/с.

(2) **Внутренняя система пожаротушения:**

Система оснащается:

- Пожарными насосами (резервный/рабочий);
- Пожарным насосом (резервный/рабочий);
- Пожарным гидроаккумулятором;

Устройством подачи сжатого воздуха (для обеспечения давления в системе).
Объём резервуара для пожарной воды — 18 м³.
Система подключается непосредственно к городской водопроводной магистрали без использования водомерных узлов, что исключает возможные нарушения давления при пожаре.
Расположение пожарных кранов обеспечивает, чтобы струя из водопроводного ствола (при тушении) была не менее 5 л/с, а длина напора (полезная длина струи) — не менее 10 м. На основе расчёта пожарного расхода на станции предусмотрено устройство двух пожарных насосных станций (встроенных), расположенных в подземных помещениях, с теплозащитными колодцами.
Установка обеспечивает безопасность, с учётом расстояния от наружных пожарных кранов до объектов — не менее 15 м.

6.1.3. Система хозяйственно-бытовой канализации

Общие сведения: Согласно Техническим условиям местного водоканала, хозяйственно-бытовые стоки со станции отводятся непосредственно в городскую канализационную сеть.

Расчетные нормы расхода сточной воды и ее объемы:

(1) Норма расхода сточной воды:

Расчетный расход сточной воды принимается равным 95% от расхода водопотребления.

(2) Объем сточной воды:

Максимальный суточный расход — 0,3 м³/сут;

Максимальный часовой расход — 0,03 м³/ч.

6.2. Материалы труб, способы соединения и технические требования.

6.2.1. Материалы труб и способы соединения

1. Наружные хозяйственно-питьевые и противопожарные трубопроводы: Для наружного водоснабжения, бытовых и производственных нужд, а также для систем пожаротушения применять стальные водопроводные трубы.

— Внутренняя поверхность труб — цементно-песчаная обмазка;

— Уплотнение раструбов — резиновые кольца;

— Рабочее давление труб — 1,6 МПа.

2. Внутренние хозяйственно-питьевые трубопроводы: Для внутренних трубопроводов производственного и бытового водоснабжения применять оцинкованные стальные трубы (соответствующие санитарным нормам).

— Трубы с номинальным диаметром более DN 80 присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 80 и менее присоединять посредством резьбы.

— Горизонтальные ответвления в помещениях санузлов — из труб из термопластичного полипропилена (PP-R, класс S2), соединять методом нагрева (термосварка);

— Переходные участки от PP-R труб — использовать специальные переходные фитинги.

— Рабочее давление трубопроводов производственного и бытового водоснабжения — 1,0 МПа.

3. Противопожарный трубопровод: Для трубопроводов пожаротушения

применять стальные трубы с горячей оцинковкой.

— Трубы с номинальным диаметром более DN 50 — присоединять посредством муфт;

— Трубы с номинальным диаметром DN 50 и менее — присоединять посредством резьбы.

— Участки вблизи насосной станции и задвижек соединять посредством муфт.

— Рабочее давление трубопроводов — 1,6 МПа.

4. Подземные трубопроводы водоснабжения и канализации: Применять стальные трубы с песчаной обсыпкой (класс 150), соединять посредством раструбов.

Трубы для отвода сточных вод — применять стальные трубы с усилением (усиленные), соединять посредством раструбов.

5. Подземные трубопроводы для дренажа: Применять механические чугунные трубы, присоединять посредством фланцев, укладывать в грунт.

— Основные магистральные трубопроводы — укладывать посредством фланцевых соединений, устанавливать в грунте.

— Внешняя поверхность труб — покрытие эпоксидной смолой;

— В местах соединений — использовать герметичные уплотнители, дополнительно покрывать антикоррозийной защитой.

— Трубы для отвода сточных вод — использовать стальные трубы с усилением.

6.2.2. Технические требования к трубам, фитингам и антикоррозионная защита

1) Трубы, фитинги и соединения не должны оказывать вредного воздействия на качество воды при эксплуатации.

2) Толщина защитного покрытия на внешней поверхности горячих оцинкованных труб — не менее 500 г/м².

3) Подземные трубопроводы водоснабжения и пожаротушения — применять стальные трубы. При необходимости изменения траектории прокладки — использовать усиленные участки. Места соединения усиливать посредством оцинкованных колец.

4) Стальные трубы должны иметь внутреннее и внешнее покрытие.

— Внутренняя и внешняя поверхности должны быть свободны от ржавчины;

— После очистки поверхности — наносить антикоррозийное покрытие;

— Покрытие не должно отслаиваться при перепадах температур.

— Внутренний слой покрытия должен быть плотным, однородным, обеспечивать герметичность.

— Перед нанесением покрытия на поверхность труб не должно быть остатков грязи, масла или химических реагентов.

5) Механические чугунные трубы должны быть изготовлены из серого чугуна марки не ниже 150.

— Изготовление труб — по технологии литья в песчаные формы;

— Фитинги — производить по технологии литья в кокиль или литья в формах.

— Раструбы и соответствующие фитинги, а также соединительные элементы — должны быть из одного производственного номера, обеспечивать единый размер и соответствующую комплектацию.

— Внутренняя поверхность — покрытие эпоксидной смолой;

— Внешняя поверхность — покрытие антикоррозийным материалом.

6.2.3. Арматура

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения (включая ГВС): На трубопроводах диаметром до DN50 применяются латунные шаровые краны, диаметром более DN50 – латунные задвижки. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Система противопожарного водопровода: На всасывающих и напорных линиях пожарных насосов и насосов-дозаторов применяются задвижки с выдвижным шпинделем из ВЧШГ. Рабочее давление на всасывающей линии – 1,0 МПа, на напорной – 1,6 МПа. В остальных местах применяются задвижки с выдвижным шпинделем или шаровые краны из нержавеющей стали. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Арматура на напорных трубопроводах канализации: Применяются шаровые краны с нержавеющим шаром и внешним покрытием. Рабочее давление – 1,0 МПа.

Обратные клапаны: На напорных линиях хозяйственных и пожарных насосов, а также на линии подпитки устанавливаются бесшумные обратные клапаны.

6.2.4. Санитарно-технические приборы

В санузлах применяются трапы из нержавеющей стали или алюминиевые с чугунной решеткой. Решетки – чугунные. Гидрозатвор трапов не менее 50 мм. Ревизии на полу чугунные, устанавливаются заподлицо с чистым полом. Вся водоразборная арматура должна быть водоэкономной. Запрещается применение устаревших, неэкономных моделей. Все санитарно-технические приборы, применяемые в проекте, должны быть импортного производства. Арматура и аксессуары должны поставляться в комплекте с приборами и быть водоэкономными. Вопросы, связанные с выбором моделей сантехприборов и подготовкой отверстий, регламентируются документом «Вопросы по сантехприборам и подготовке отверстий, служебная записка SWCD-LX-16-013». Краткое изложение:

Умывальники: Напольные умывальники с одной чашей и стойкой (с настенным смесителем, вылет 150 мм) и настенные умывальники с одной чашей.
Писсуары: Автоматические, настенные.
Унитазы: Напольные, с горизонтальным выпуском (при особой необходимости).
Душевые кабины: Настенные смесители с термостатом.
Раковины для уборки: Раковины из нержавеющей стали с длинным сифоном.

6.2.5. Требования к управлению, сигнализации и диспетчеризации оборудования

1. Установка повышения давления хозяйственно-питьевого водопровода

Применяется местное и дистанционное управление.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы насосов (работа/останов), ручного/автоматического режима, сигнала аварии. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) через интерфейсные соединения получает сигналы: «Работа/Останов», «Ручной/Автоматический», «Авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

2. Система канализации (дренажные насосы)

Используется локальная система управления.

Локальный пульт управления включает, но не ограничивается: состояние работы и остановки каждого насоса, сигналы неисправности, сигналы высокого и низкого уровня, сигналы включения и остановки насоса, переключатель ручной/автоматический режим и индикация.

Система BAS получает данные по жестким линиям с контроллера насоса канализации (устройства повышения уровня) о состоянии работы, остановки, ручной/автоматический режим, сигналах неисправности, сигналах высокого и низкого уровня.

Предоставить соответствующие клеммные колодки для устройства повышения уровня канализации, ответственность за монтаж и подключение к системе BAS.

3. Система дренажа (дренажные насосы)

Управление дренажными насосами осуществляется автоматически от датчиков уровня в приямке (через шкаф управления).

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: режима работы каждого насоса, сигнала аварии, сигналов верхнего и нижнего уровней в приямке. Органы управления: кнопки «Пуск/Стоп» для каждого насоса, переключатель «Ручной/Автоматический».

4. Система противопожарного водопровода

1. Пожарные насосы и резервные насосы имеют резервную работу (один в работе, один в резерве); пожарные резервуары имеют класс 1; питание пожарных насосов — двойная система с автоматическим переключением, время переключения не более 2 с; система пожаротушения контролируется системой FAS.
2. Панель управления пожарными насосами должна обеспечивать ручное включение и выключение, а также автоматическое управление. В обычных условиях пожарные насосы должны находиться в автоматическом режиме. Автоматическое включение пожарного насоса должно управляться непосредственно через сигналы от датчиков давления на выходном трубопроводе насоса, датчика расхода на выходе газового резервуара (устройства газового давления) и т.д. Давление на выходе насоса передается на панель управления пожарным насосом. Время от момента получения сигнала до начала нормальной работы насоса не должно превышать 2 мин. Пожарные насосы не должны иметь автоматической остановки; остановка должна выполняться только персоналом.
3. На пожарной водопроводной магистрали или резервуаре с воздухом должно быть установлено автоматическое выключение насоса по давлению, и после отключения насоса должен быть сигнал автоматического отключения. Ручное восстановление после аварии требует ручного включения.
4. Панель управления пожарным насосом должна обеспечивать:
    - установку специальных линий для прямого управления отключения пожарного насоса;
    - отображение сигналов состояния работы, остановки, ручного/автоматического режима, неисправности для пожарных и резервных насосов;
    - отображение сигналов нормальной работы и сигналов предупреждения по высокому и низкому уровню для пожарных лестниц (газового резервуара);
    - отображение давления в трубах всасывания (вводных труб), давления на напорной магистрали, сигналов предупреждения по низкому давлению на всасывании и напоре.

5. В помещении пожарного насоса должен быть установлен локальный принудительный пуск резервного насоса, а также защита от включения. Степень защиты панелей управления в помещении пожарного насоса не должна быть ниже IP55. Панель управления должна быть оснащена устройством автоматического пуска и обеспечивать, чтобы при аварии в системе электропитания, персонал мог включить пожарные насосы в ручном режиме. Пожарные насосы должны начать нормальную работу в течение 5 минут после аварии. Панель управления резервного насоса должна иметь устройство для ручного открытия и отключения. Время включения насоса не должно превышать 30 с. Панель управления пожарного насоса должна иметь клеммы для отображения сигнала неисправности и входные клеммы для дистанционного управления пожарным насосом. Панель должна иметь функцию автоматической проверки и индикацию состояния.

6. Пожарные насосы должны иметь функцию автоматической проверки, при этом ручная проверка должна выполняться периодически. Автоматическая проверка должна проводиться по графику, ручная проверка — вручную. Функция автоматической проверки должна быть настроена следующим образом:

(1) Период проверки установлен на 7 дней;

(2) Насосы поочередно отключаются с помощью низковольтного питания, чтобы каждый пожарный насос работал на пониженной скорости не менее 2 минут;

(3) В первичной цепи панели управления насоса должны быть предусмотрены функции проверки и контрольные элементы; необходимо проверить функции автоматического управления питанием;

(4) При наличии аварийного сигнала проверка должна немедленно прекратиться, и система должна перейти в рабочее состояние.

(5) Панель управления должна записывать и отображать результаты проверки, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

7. В каждом пожарном гидранте должен быть установлен переключатель, используемый для подачи сигнала в систему пожаротушения и включения пожарных насосов.

6.2.6. Технические требования к системе электрообогрева

В соответствии с техническим заданием «Вопросы по тендеру на оборудование системы электрообогрева и углубленному проектированию CD-LX-2016-037» и другими связанными требованиями, система электрообогрева должна соответствовать следующим техническим условиям:

Концепция системы: Принята система с постоянной мощностью нагрева (резистивный греющий кабель).

Состав системы: Система электрообогрева трубопроводов включает в себя: шкаф управления, греющий кабель, датчики температуры и аксессуары для монтажа, маркировку, систему самодиагностики неисправностей и сигнализации, блок дистанционного управления и контроля.

Конструктивные требования:

Наружная теплоизоляция состоит из: цилиндров из вспененного каучука, установленных на трубах, слоя стеклоткани с алюминиевой фольгой (пароизоляция), защитного кожуха из оцинкованной стали и двух слоев атмосферостойкой краски. Толщина цилиндров из вспененного каучука – 70 мм. На наружных участках и на вертикальных стояках в подвесных потолках поверх пароизоляции устанавливается защитный кожух толщиной 0,6 мм.

Требования к вспененному каучуку: коэффициент теплопроводности при +20°С – не более 0,033 Вт/(м·К), влагопоглощение – не более 5%, плотность – 64 кг/м³.

Условия эксплуатации: Система должна обеспечивать заявленную эффективность теплоизоляции при длительной работе в условиях температуры окружающей среды от -52°С до +40°С и относительной влажности 50-80%.

Температурный режим: В зимний период температура на каждой обогреваемой трубе должна поддерживаться в диапазоне от +5°С до +10°С.

Электропитание и шкафы управления:

1)*Требования к питанию***:** Напряжение питания 380 В ±10%, частота 50 Гц ±2%.

2)*Шкафы управления***:** Шкафы должны соответствовать стандарту IP55. Должны быть оснащены световой индикацией работы системы обогрева и состояния. Внешняя дверь должна быть из термообработанного алюминиевого сплава. На шкафу должна быть схема работы системы обогрева и дисплей.

3)*Конфигурация:* Каждый шкаф управления должен иметь 3 выходные цепи (3 рабочих + 1 резерв). Напряжение каждой цепи – 220 В, мощность – не более 3,3 кВт. Каждая цепь должна обеспечивать поддержание температуры не ниже +5°С (в диапазоне +5°С...+10°С) для трубы DN150, заполненной водой (длина участка не менее 50 м), при температуре окружающей среды -52°С.

4)*Резервирование*: Все шкафы управления системой обогрева должны иметь устройство автоматического ввода резерва (АВР).

5)Габариты: Габаритные размеры шкафов управления: ширина не более 800 мм, высота не более 1000 мм, глубина не более 250 мм.

Прочие технические требования:

(1) Системы электрообогрева для трубопроводов водоснабжения и противопожарного водопровода выполняются раздельными. Система обогрева трубопроводов водоснабжения относится к I категории надежности электроснабжения, но является не ответственным потребителем. Система обогрева трубопроводов противопожарного водопровода относится к I категории надежности и является потребителем противопожарной нагрузки.

(2) Система электрообогрева должна быть рассчитана на минимальную температуру -52°С и гарантировать нормальную работу при этой температуре.

Система должна иметь местное ручное управление и автоматическое поддержание температуры.

Автоматическое поддержание температуры осуществляется с помощью датчиков температуры и контроллеров. Датчики температуры труб устанавливаются в самых холодных точках. Датчики температуры воздуха устанавливаются в зонах с минимальной температурой. На каждый трубопровод в однородной зоне устанавливается не менее 2 рабочих датчиков температуры.

Шкаф управления должен обеспечивать индикацию: состояния каждой цепи (Работа/Останов), сигналов «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария». Органы управления: переключатель «Ручной/Автоматический».

Система АСУ (BAS) осуществляет мониторинг состояния системы: «Работа», «Низкая температура», «Высокая температура», «Отказ питания», «Утечка тока», «Общая авария».

Подрядчик по разделу ВК обеспечивает наличие необходимых интерфейсных клемм в шкафу управления и монтаж/подключение оборудования. Обеспечивает взаимодействие с монтажниками АСУ.

6.2.7. Защита трубопроводов от замерзания (без электрообогрева)

Область применения: Для трубопроводов, на которых не предусмотрен электрообогрев, но которые подвержены риску замерзания (например, в определенных условиях), следует выполнять традиционную теплоизоляцию для защиты от замерзания.

Конструкция теплоизоляции: Трубопроводы изолируются цилиндрами из вспененного каучука толщиной 10 мм, которые крепятся бандажами из нержавеющей стали. Поверхность изоляции окрашивается двумя слоями атмосферостойкой краски.

6.3. Водоотведение при строительстве котлованов

6.3.1. Проектирование системы водопонижения

Метод. Применяется система трубчатых (иглофильтровых) скважин, расположенных за пределами котлована. Уровень грунтовых вод понижается на 0,5–1,0 м ниже дна котлована.

Последовательность работ. Скважины бурятся после устройства ограждающих конструкций и свайного фундамента.

Пробная откачка. Перед началом основных работ проводится пробное водопонижение. По его результатам корректируются количество скважин, тип и мощность насосов.

Мониторинг в процессе эксплуатации. Уровень воды в скважинах контролируется непрерывно. Производительность насосов регулируется в реальном времени для поддержания заданного УГВ.

6.3.2. Проектирование дренажных трубопроводов

Направление сброса воды:

Приоритетность:

городская ливневая канализация или водосточные канавы;

ближайшие реки;

при отсутствии — реинфильтрация (поверхностная, через канавы, колодцы или ямы).

Расстояние между точкой откачки и точкой реинфильтрации — не менее 100 м.

Прокладка трубопроводов. Внутри строительной площадки - открытая прокладка (для контроля и обслуживания). За пределами — открытая или скрытая, в зависимости от условий.

Уклон. Главные дренажные трубопроводы прокладываются от высоких точек к низким с уклоном ≥ 5‰. Обратный уклон не допускается.

Защита оборудования. Перед входом в магистраль — обратный клапан для предотвращения гидроудара. Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в канализационных траншеях.

Зимний период. Открытые дренажные трубы утепляются для предотвращения замерзания.

Очистка стоков. Перед сбросом в городскую канализацию устраивается отстойник:

размеры: 2,0 × 2,0 × 1,5 м (кирпичная кладка);

перегородка по центру высотой 1,0 м;

вода перетекает во вторую камеру при уровне > 1,0 м;

внутренние поверхности — гидроизолированы.

6.3.3. Электроснабжение системы водоотведения

Общая мощность. 14 скважин, суммарная мощность — около 10,5 кВт.

Схема электроснабжения:

Двухуровневая система распределения:

- 1-й уровень — главный распределительный щит (общее управление);
- 2-й уровень — щиты управления отдельными насосами.

Система заземления — TN-S;

Кабели — медные, резиновая изоляция (тип YC);

Прокладка — подземная или на опорах, не по поверхности.

Безопасность. Все щиты с устройствами защитного отключения (УЗО). Кабели насосов в защитных трубах, проложенных в дренажных каналах.

Резервирование. Обязательно наличие резервного источника питания (генератор или двухканальная сеть) с автоматическим переключением для предотвращения аварий при отключении основного питания.

6.3.4. Контроль качества откачиваемой воды

1. **Содержание песка**:
   - В течение 30 мин после пуска — < 1/10 000;
   - В режиме нормальной эксплуатации — < 1/50 000.
   - При превышении — проводится ревизия или повторное бурение скважин.
2. **Периодичность контроля**:
   - После допуска системы — не реже 1 раза в 3 месяца;
   - При авариях или изменениях режима — усиленный контроль.

Цель: предотвратить вынос мелких фракций грунта, который может вызвать осадку оснований.

6.3.5. Прогноз и мониторинг осадок

Программа мониторинга

Установка пунктов. До начала откачки устраиваются пункты наблюдения за осадками грунта и конструкций. Фиксируются исходные (нулевые) отметки.

Совмещение точек. Пункты мониторинга должны совпадать с точками, установленными третьей стороной (например, заказчиком или экспертом).

Методика наблюдений. Используется единый репер для минимизации погрешностей. Частота измерений ежедневно в начальный период, затем по графику.

Аварийные действия. При приближении осадки к предельным значениям — немедленное уведомление проектной и строительной организаций для принятия мер.

6.3.6. Наблюдение за динамикой грунтовых вод

В дождевой период ежедневный контроль уровня грунтовых вод

При резких изменениях УГВ анализ причин:

- отказ насоса;
- утечка из подземных коммуникаций;
- подпор от соседних участков.

Принятие корректирующих мер — в течение суток.

6.3.7. Дополнительные требования

Предварительное водопонижение не менее 7 суток до начала земляных работ.

Все работы в строгом соответствии с JGJ 120-2012 «Технические правила по устройству подземных сооружений и защите котлованов» - СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и проектом производства работ (ППР).

6.4. Вспомогательные меры и мероприятия по ликвидации последствий водопонижения

6.4.1. Устранение локальных аномалий при водоотведении

Обнаружение неизвестных подземных сооружений. Запрещается их разрушение без предварительного обследования. Необходимо установить назначение конструкции и наличие в ней воды.

Наличие воды в подземных полостях. Сначала выявить и перекрыть источник пополнения (отвести или изолировать). Затем откачать накопившуюся воду.

Работы внутри котлована. Перед началом аварийных работ должны быть подготовлены:

- временные опоры для устойчивости стенок;
- аварийные дренажные системы для оперативного отвода воды.

6.4.2. Обеспечение резервного электропитания

Для предотвращения аварийных ситуаций при отключении основного питания (особенно в дождевой период) необходимо:

1. Предусмотреть второй независимый источник питания в основной системе электроснабжения с устройством автоматического переключения (АВР).
2. При невозможности подключения второго источника:
    - Установить дизель-генератор в качестве резервного источника;
    - Обеспечить его автоматическое включение при пропадании основного питания.

6.4.3. Меры по предотвращению осадок грунта

При достижении контрольными точками предельных значений осадки.

1. Если причина — понижение УГВ:
    - Немедленно организовать обратную закачку воды в зону осадки;
    - Пробурить инъекционные скважины на расстоянии не менее 5 м от водопонизительных колодцев;
    - Разработать индивидуальный режим закачки с учётом характера осадки здания.
2. Если причина — неудовлетворительное качество водопонизительных колодцев:
    - Немедленно уведомить строительную организацию;
    - Принять меры по стабилизации котлована (например, остановка насосов в проблемных скважинах);
    - При необходимости — выполнить реконструкцию или повторное бурение колодцев.

6.4.4. Охрана подземных водных ресурсов

Рациональное водопользование. Откачка только в соответствии с графиком земляных работ. Производительность насосов корректируется по фактическому уровню УГВ, чтобы избежать избыточного понижения.

Повторное использование воды. Откачанную воду рекомендуется использовать для:

- подавления пыли на стройплощадке;
- мойки техники и транспорта;
- технических нужд (при соответствии санитарным нормам);
- орошения зелёных насаждений (по согласованию с местными властями).

6.4.5. Предотвращение загрязнения подземных вод

Водопонижение осуществляется только из верхних водоносных горизонтов, без вскрытия глубоких чистых водоносных слоёв.

В ходе работ проводится регулярный лабораторный анализ проб воды.

При обнаружении загрязнения:

- немедленно прекратить откачку;
- выявить и ликвидировать источник загрязнения.

После завершения работ все заброшенные скважины и трубы подлежат герметичной заделке для предотвращения попадания поверхностных загрязнённых вод в водоносные горизонты.

6.4.6. Ликвидация временных сооружений после завершения работ

Надземные элементы

Немедленно после окончания работ подлежат демонтажу:

- ограждения строительной площадки;
- временные дренажные трубопроводы;
- временные линии электроснабжения;
- бытовые и вспомогательные сооружения.

Водопонизительные колодцы вне конструкций

Демонтаж оборудования. Отключить питание. Извлечь насос, трубы, кабели и утилизировать.

Заделка скважины.

Нижняя часть (до 2,0 м от устья):

засыпка щебнем фракции 5–32 мм;

заполнение цементным раствором (В/Ц = 0,5–0,6);

при необходимости — повторная заливка (1–2 раза).

Верхние 2,0 м:

либо монолитная заделка раствором до поверхности;

либо бетонирование бетоном класса С15 с восстановлением рельефа и покрытия.

Подземные коммуникации (трубы, кабели)

В соответствии с требованиями муниципальных служб, все временные подземные сети подлежат извлечению или полной ликвидации на месте. Траншеи послойно засыпаются щебнем и

тщательно уплотняются до проектной отметки. Поверхность восстанавливается в первоначальном виде.

6.4.7. Нормативная база

Все работы по ликвидации временных сооружений и рекультивации территории должны выполняться в соответствии с «Техническими нормами по обработке фундаментов зданий» (JGJ 79-2012) — СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;

требованиями местных органов муниципального контроля;

экологическими и санитарными нормами Республики Казахстан.

6.5. Специфические требования к наружным сетям

6.5.1. Прокладка трубопроводов

Перед началом работ необходимо проверить отметки и диаметры всех существующих и проектируемых колодцев на подключении. В случае расхождений с проектными отметками, необходимо уведомить проектировщика для проверки и корректировки трасс и отметок перед началом работ.

Задвижки на наружных трубопроводах: DN ≤ 400 – с мягким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN > 400 – с жестким уплотнением (корпус ВЧШГ), DN ≥ 400 – шиберные задвижки (корпус ВЧШГ).

На подземных наружных трубопроводах водоснабжения, противопожарного водопровода и напорной канализации в местах поворотов, ответвлений, изменений диаметра должны быть устроены упоры и бетонные обетонировки. Конструкция должна учитывать условия монтажа, характеристики труб, соединений, грунта, внутреннего давления и пр.

6.5.2. Технология монтажа трубопроводов

1) Все фасонные изделия должны быть изготовлены из литого материала, диаметр отверстия для водосброса не должен превышать 50 мм.

2) Для уборки используется санитарный слив, поверхность сливного отверстия должна быть выровнена с уровнем пола.

3) Монтаж трубопроводов:

(1) Для трубопроводов водоснабжения должны устанавливаться муфты. Муфты, установленные внутри стен, должны иметь зазор не менее 20 мм; при установке в ванных комнатах и кухнях — не менее 50 мм; нижний край муфты должен быть выровнен с поверхностью стены; между муфтой и трубой должен быть заполнен водонепроницаемый герметик, поверхность должна быть гладкой.

(2) При прокладке трубопроводов через стены необходимо оставлять отверстия. После установки труб отверстие должно быть тщательно заделано. Для вертикальных труб высота уплотнения должна быть на 10–20 мм выше уровня пола.

(3) При прокладке труб в бетонных стенах и перекрытиях необходимо заранее просверлить отверстия и установить муфты в соответствии с отметками, указанными на чертежах.

(4) При прокладке труб через стены (перекрытия) необходимо устанавливать герметичные муфты. При прокладке труб через резервуары необходимо использовать специальные муфты.

4) Уклон трубопроводов:

(1) Трубопроводы должны устанавливаться с уклоном, указанным на чертежах.

(2) Трубопроводы водоснабжения, подающие воду, и трубопроводы пожарного водоснабжения должны иметь уклон не менее 0,003 в сторону стояка или сливного отверстия.

(3) Трубопроводы вентиляции должны иметь уклон не менее 0,01 вверх по стояку.

5) Опоры трубопроводов:

(1) Опоры для труб должны крепиться к несущим конструкциям.

(2) Для насосов должны устанавливаться крепления и опоры.

(3) Опоры для резервуаров должны устанавливаться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Крепления для труб должны быть установлены на несущих конструкциях. Расстояние между опорами для горизонтальных труб не должно превышать 3 м. При высоте этажа менее или равной 4 м — на каждом этаже должно быть установлено не менее одной опоры.

(5) Расстояние между подвесом и распылителем должно быть не менее 300 мм, расстояние от подвеса до конца распылителя — не более 750 мм. Подвес должен устанавливаться на участке между двумя соседними распылителями. Если расстояние между распылителями не превышает 3,6 м, допускается установка одной подвески; при расстоянии менее 1,8 м — установка подвески обязательна.

(6) Высота установки сливного отверстия для стояков — 1,00 м от пола; высота установки крана пожарного гидранта — 1,10 м от пола.

6) Монтаж трубопроводов:

(1) Соединение горизонтальных трубопроводов с горизонтальными стояками не должно выполняться с помощью прямых тройников или прямых четырёхходовых фитингов.

(2) При смещении вертикального стояка необходимо использовать фитинги «в форме буквы Т» или два фитинга под углом 45°.

(3) Соединение вертикального стояка с горизонтальным трубопроводом должно выполняться с использованием двух фитингов под углом 45°, при этом в месте соединения должен быть установлен ответвительный стояк.

(4) Соединение трубопроводов системы автоматического пожаротушения должно выполняться с использованием фитингов, запрещено использование «втулок» (фитингов-вставок).

7) Установка насосов и оборудования:

Крепёжные болты (включая размеры, глубину, диаметр и тип), используемые для установки оборудования, должны соответствовать реальным размерам и характеристикам приобретённого оборудования. Все крепления должны быть оставлены на месте.

8) Испытания трубопроводов:

(1) Давление испытания системы водоснабжения — 1,0 МПа. Метод испытания должен соответствовать действующему стандарту «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Давление испытания системы пожарного водоснабжения — 1,6 МПа, выдержка не менее 2 часов, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(3) Испытание вертикальных и горизонтальных труб для водоснабжения и водопотребления должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения и отопления» (GB50242-2002).

(4) Испытание трубопроводов под давлением должно проводиться при давлении, равном двойному рабочему давлению, выдержка — не менее 30 минут, отсутствие утечек считается прохождением испытания.

(5) Испытательные манометры должны устанавливаться в самой высокой точке системы или испытываемого участка.

9) Промывка:

(1)Перед пуском системы водопровода необходимо произвести промывку водой, скорость потока должна быть не менее 1,5 м/с, и требования должны соответствовать нормам, указанным в действующем стандарте «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

(2) Промывка водопроводных и канализационных труб считается завершённой при достижении чистоты, соответствующей требованиям действующего стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002).

10) Система пожарного водоснабжения:

(1) При подключении системы пожарного водоснабжения и системы автоматического пожаротушения к трубопроводам водоснабжения необходимо обеспечить чистоту внутренней поверхности трубопроводов. Прочность системы должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода воды при пожаротушении.

(2) При промывке системы пожарного водоснабжения необходимо обеспечить скорость потока, соответствующую максимальному расчётному расходу воды при пожаротушении.

11) Ремонтные работы на трубопроводах системы пожарных кранов:

на всех участках системы пожарных кранов должны быть установлены сливные устройства, расположенные в наиболее низких точках.

12) Компенсация трубопроводов:

Предпочтительно использовать собственную способность трубопроводов к компенсации температурных деформаций. При длине металлических трубопроводов более 100 м необходимо устанавливать компенсаторы через каждые 100 м. На участках, пересекающих конструктивные деформационные швы, должны устанавливаться компенсаторы из нержавеющей стали. Монтаж должен выполняться в соответствии с действующими нормативными требованиями.

13) Установка санитарно-технического оборудования должна осуществляться в соответствии с требованиями стандарта «Контроль качества монтажа систем водоснабжения, водоотведения и отопления» (GB50242-2002). Включая установку розеток с защитой от брызг, а также всех электрических устройств, расположенных от распределительного щита до конечных точек, относящихся к электроприёмникам. Если окончательно приобретённые изделия отличаются от указанных в проектной документации, подрядчик в соответствии с фактическими условиями может внести соответствующие корректировки.

6.5.3. Технические указания по строительству коллекторов.

Трубопроводы:

(1) При строительстве каждого трубопровода необходимо проверить наличие и положение всех смотровых колодцев, связанных с городскими и другими инженерными коммуникациями. Необходимо произвести проверку отметок водоснабжения и смотровых колодцев. Если отметки не совпадают с проектными, следует уведомить проектную организацию для корректировки. Строительство можно начинать только после утверждения изменений.

(2) Клапаны для коллекторов водоснабжения:

— при DN300 — с мягким уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN400 — с твердым уплотнением (шарикоподшипниковый чугун);

— при DN > 400 — с центральным соединением (шарикоподшипниковый чугун).

Монтаж трубопроводов:

(1) Изгибы трубопроводов водоснабжения должны осуществляться с использованием раструбов. Если изгиб не может быть выполнен с помощью раструбов, допускается корректировка

положения прямолинейного участка за счёт поворота муфты. Однако максимальный угол поворота муфты не должен превышать 1°, чтобы обеспечить герметичность соединения.

(2) В нормальных условиях трубопроводы водоснабжения не должны проходить под трубопроводами канализации. В случае необходимости прокладки под канализацией, должен быть использован защитный кожух. Длина пересечения не должна быть менее 3,0 м, а оба конца кожуха должны быть герметизированы водонепроницаемым материалом.

Трубопроводы водоотведения:

(1) Уклон трубопроводов водоотведения не должен быть равен нулю, минимальный уклон должен составлять не менее 0,003.

(2) Уклон между смотровыми колодцами должен быть одинаковым. В случае технической сложности, уклон последующего участка должен быть меньше, чем у предыдущего.

(3) При поворотах и пересечениях трубопроводов водоотведения должен обеспечиваться угол поворота воды, равный или превышающий 90°. Однако при диаметре трубопровода менее 300 мм и перепаде высоты более 0,30 м допускается отклонение от этого требования.

Основание трубопроводов:

(1) Трубопроводы водоснабжения:

a) При отсутствии нарушенного естественного грунта — основание из уплотнённого грунта;

b) При наличии глинистых грунтов — устройство слоя извести толщиной 300 мм;

c) При наличии скальных или щебенистых грунтов — устройство подушки из песка и щебня толщиной 150 мм;

d) При наличии мягких грунтов — устройство укрепления с интервалом 2,5–3,0 м.

(2) Трубопроводы водоотведения:

Засыпка песчано-гравийной смесью или уплотнённым грунтом должна соответствовать требованиям стандарта «Строительство и контроль качества монтажа трубопроводов водоснабжения и водоотведения» (GB50268-2008).

7. Электроснабжение

7.1. Энергоснабжение и управление

7.1.1. Общая схема электроснабжения

Система распределения. Силовое оборудование запитывается по комбинированной схеме радиальной и магистральной (стволовой). Критически важные потребители (пожарные насосы, системы дымоудаления, аварийное освещение и др.) питаются радиально непосредственно от шины 0,4 кВ подстанции. Количество ступеней распределения от вторичной стороны трансформатора до конечного оборудования не более трёх.

Разделение систем. Пожарное и не пожарное оборудование питаются от независимых систем. При возникновении пожара не пожарное оборудование автоматически отключается на уровне низковольтного распределительного шкафа подстанции.

Защита пожарных цепей. Цепи электродвигателей пожаротушения оснащены перегрузочной защитой, которая формирует только сигнал тревоги, но не отключает питание (для обеспечения непрерывной работы в аварийном режиме).

7.1.2. Распределительные щиты по зонам станции

Вестибюль станции

В распределительном помещении вестибюля устанавливаются:

- 2 щита двустороннего питания (основное и резервное);
- 2 щита пожарной сигнализации;
- 1 щит вентиляторов;
- 1 щит вторичного питания;
- 1 щит третичного питания.

Щиты 1–3-го уровней обеспечивают электроснабжение мелких общестанционных нагрузок.

Щиты пожарных нагрузок — независимое питание пожарных устройств в вестибюле.

Платформы (боковые станции)

На каждой платформе в распределительном помещении:

- 2 щита — для основного и резервного питания;
- 1 щит — для третичных нагрузок.

Электроснабжение пожарных систем на платформах осуществляется от щитов в зале станции, а не от платформенных щитов.

Зал станции. Распределительный шкаф вентиляторов. В зоне концентрации ВКХ-оборудования специализированный электрический шкаф для централизованного управления вентиляторами и клапанами.

Входы, выходы и проходы. Устанавливаются 2 малогабаритных диспетчерских пульта пожарной сигнализации с низкой нагрузкой. Отдельно расположенные пожарные устройства (датчики, клапаны, оповещатели) подключаются к этим пультам.

7.1.3. Управление оборудованием

Общий принцип. Управление силовым оборудованием осуществляется в соответствии с требованиями технологических систем:

локальное управление (по месту);

дистанционное/централизованное управление через системы FAS (пожарная автоматика) и BAS (диспетчеризация инженерных систем).

Конкретные системы. Вентиляция и кондиционирование управляются локально и из диспетчерской. Пожарные насосы управляются системой FAS и локальным шкафом управления насосами. Канализационные насосы:

пуск/останов — вручную по месту;

контроль уровня — автоматический;

данные о состоянии и уровне стоков — передаются диспетчерскую через BAS.

Пуск электродвигателей. Прямой пуск при соответствии требованиям норм (ограничение пусковых токов). При превышении применяется пусковая схема с понижением напряжения (звезда-треугольник, автотрансформаторный пуск и др.).

7.1.4. Безопасность и коммутация

В цепях силового оборудования применяются автоматические выключатели с функцией изоляции. У каждого низковольтного электродвигателя в главной цепи устанавливается видимый разъединитель (рубильник или выключатель с видимым разрывом). Это обеспечивает электробезопасность персонала при техническом обслуживании и ремонте.

7.2. Распределение и управление освещением

7.2.1. Общие принципы распределения электроэнергии

Система электроснабжения освещения выполнена по комбинированной схеме — с преобладанием магистральной (стволовой) и частичным применением радиальной схемы. Такое решение обеспечивает гибкость управления и надёжность при минимальном количестве распределительных уровней.

7.2.2. Классификация освещения

Освещение на станции подразделяется на:

Нормальное освещение:

- освещение общественных зон;
- освещение вспомогательных помещений;
- освещение промежуточных зон;
- ориентирующее (навигационное) освещение;

- рекламное освещение;
- ландшафтное освещение;
- освещение с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН) 36 В.

***Аварийное освещение**:*

- эвакуационное освещение;
- резервное (охранное) освещение для продолжения работы в аварийных режимах.

7.2.3. Нормальное освещение: распределение и управление.

Общественные зоны, реклама, ориентирующее и ландшафтное освещение управляются через контакторы. Интегрированы в систему диспетчеризации BAS для автоматического и централизованного управления.

Освещение БСНН 36 В устанавливается в зонах под платформой и в промежуточных помещениях подстанции для обеспечения электробезопасности.

Ориентирующее освещение питается от специальной линии общего распределительного щита освещения общественных зон.

Рекламное освещение размещается в вестибюлях, на платформах, в проходах. Имеет отдельные распределительные щиты в помещениях электрораспределения. Обеспечено независимым учётом потребления электроэнергии и отдельным управлением.

Ландшафтное освещение. Устраивается на фасадах станций и на участках эстакад между станциями. Питается от общего распределительного щита ландшафтного освещения, расположенного в помещении распределительной станции освещения.

Освещение вспомогательных помещений. Управляется локальными выключателями, установленными вблизи входов или внутри помещений.

Отключение при пожаре. При возгорании система FAS автоматически отключает все цепи нормального освещения, не связанные с пожарной безопасностью:

- на станции — на уровне 0,4 кВ распределительного щита подстанции;
- в промежуточных участках — на выходе локального распределительного щита освещения.

7.2.4. Аварийное освещение: распределение и управление.

Источник питания. Аварийное освещение питается от шкафа EPS (Аварийный источник питания) система централизованного резервного электроснабжения. В вестибюле станции устанавливается группа EPS, обеспечивающая питание всех эвакуационных и резервных светильников станции.

Схема питания EPS. В нормальном режиме двухканальное питание переменного тока от низковольтного шкафа подстанции. При отказе обоих источников автоматический переход на аккумуляторы EPS. Время автономной работы:

а) не менее 60 минут при полной нагрузке;

б) начальная ёмкость рассчитана на 90 минут.

Аварийное освещение подключается напрямую к EPS, минуя промежуточные распределительные уровни.

Эвакуационное освещение.

Устанавливается в: вестибюлях, на платформах, в коридорах, на лестницах, в проходах вспомогательных помещений;

Включает:

а) светодиодные светильники эвакуационного освещения;

б)световые указатели выходов;

в) светонакопительные (фотолюминесцентные) знаки на полу эвакуационных путей и на каждой ступени лестниц.

Освещённость эвакуационных путей не менее 10 % от нормативной освещённости при обычном режиме. В нерабочее время (после окончания движения поездов) это освещение также выполняет функцию дежурного.

Резервное освещение. В помещениях, где требуется продолжение работы при пожаре (диспетчерская, ИБП, подстанция, насосные, венткамеры дымоудаления) освещённость не ниже 100 % от нормальной. В остальных вспомогательных помещениях — от 10 % до 100 %, в зависимости от технологических требований.

Управление аварийным освещением.

В общественных зонах:

- эвакуационное освещение управляется группами;
- включение — автоматически системой FAS при пожаре.

Во вспомогательных помещениях:

- аварийное освещение — локальное управление;
- включение — через двойные выключатели (ручное + автоматическое от FAS).

7.2.5. Нормативы и мощность

Стандарты освещённости — GB 50034 «Стандарт светового оформления зданий» в соответствии с СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и проектными требованиями

Общая установленная мощность осветительного оборудования станции: 243 кВт, в том числе:

а) рекламное освещение — 60 кВт;

б) аварийное освещение — 15 кВт.

7.3. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

7.3.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже B2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже B), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Линии пожарных систем:

- при скрытой прокладке — в стальных трубах, внутри негорючих конструкций с защитным слоем ≥ 30 мм;
- при открытой прокладке (включая подвесные потолки) — в стальных трубах или закрытых металлических кабельных каналах с огнезащитным покрытием.

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Таблица 7.1: *Марки и сечения*

Розетки общие	WDZB-BYJ	3×4 мм²	SC20	—
Розетки обогревателей	WDZB-BYJ	3×6 мм²	SC25	—
Освещение (нормальное)	WDZB-BYJ	2,5 мм²	SC20	—
Аварийное освещение	WDZBN-BYJ	2,5 мм²	SC20	+ огнезащита
Общественные зоны (в потолке)	—	—	JDG25	При ремонте
Подстанция, под платформой	WDZB-BYJ	6 мм²	PC25	—

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (B2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;
- Кабельные лотки и трубы, проходящие через противопожарные и противодымные зоны — с огнестойкими узлами прохода (огнезащитные муфты, заделка негорючими материалами).

7.3.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

***Таблица 7.2**: Распределительные щиты*

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Щиты управления насосами: фундамент 300 мм;
Шкафы EPS: устанавливаются на полу, вдали от стен.
Степень защиты (IP):

- в насосных, венткамерах — ≥ IP54;
- на открытом воздухе — ≥ IP65;
- в остальных помещениях станции — ≥ IP42.

Ввод кабелей в щиты лифтов, насосных, наружных — только снизу.

Розетки и выключатели

***Высота установки розетки** :*

- общие розетки — 0,3 м от пола;
- водонепроницаемые розетки — 1,5 м;
- розетки кондиционеров — 2,2 м;
- розетки обогревателей — 0,3 м.

Выключатели:

- высота — 1,4 м;
- расстояние от дверной коробки — 0,3 м;
- между выключателями — 30 мм;
- порядок слева направо:
  1. аварийное освещение;
  2. нормальное освещение;
  3. контроллер VRV.

Осветительные приборы

Тип светильников:

люминесцентные лампы T8, Ra ≥ 80, $T_р$ ≈ 4100 K;
класс I с заземлением;
электронные ПРА с cos Ø ≥ 0,95.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;
настенные — на высоте 2,5 м;
в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);
под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;
розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;
сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;
Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;
вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

7.4. Классификация электрических нагрузок и требования к электроснабжению

7.4.1. Нагрузки I категории (первой степени надёжности)

К I категории относятся потребители, отказ в электроснабжении которых может привести к угрозе жизни, пожару, остановке транспортного процесса или нарушению функционирования критически важных систем:

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС);
Пожарные насосы и электрообогрев пожарных водопроводов;
Сигнальное оборудование и средства железнодорожной связи;
Источник питания подстанции и аварийное освещение станций;
Системы диспетчеризации:

1) ISCS (Интегрированная система управления и контроля);
2) BAS (Система автоматизации управления зданием);
3) OA (Система автоматизации офиса);

4) ACS (Система контроля и управления доступом);
5) PIS (Система информирования пассажиров);
6) AFC (Система автоматического взимания платы);

Вентиляторы дымоудаления, противопожарные клапаны, противопожарные двери и рольставни;

Электрические люки, эвакуационные эскалаторы;

Оборудование для очистки путей от снега;

Прочее оборудование, необходимое для функционирования в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Особо важные нагрузки I категории. Сигнальное оборудование, Средства связи, АПС, Источник питания подстанции, Аварийное освещение.

Требования к электроснабжению.

- Питание — от двух независимых источников, подключённых к разным секциям 0,4 кВ подстанции;
- Один источник — рабочий, второй — резервный;
- Переключение — автоматическое в конечной распределительной точке;
- Отказ одного источника не должен повлиять на второй.

Дополнительно. Питание подстанции резервируется от панели постоянного тока. Аварийное освещение — от двух источников 0,4 кВ + централизованная система EPS с автономностью ≥ 60 мин.

7.4.2. Нагрузки II категории (второй степени надёжности)

Ко II категории относятся потребители, временное отключение которых допустимо, но нежелательно, так как нарушает комфорт или технологический процесс:

Нормальное освещение надземных станций и общественных зон;

Освещение и розетки в помещениях управления оборудованием;

Неэвакуационные эскалаторы и лифты;

Обычные вентиляторы и клапаны;

Мультизональные сплит-системы в технических помещениях;

Электрические обогреватели (в помещениях оборудования, для персонала, в общественных зонах и входах);

Воздушные тепловые завесы;

Оборудование очистки сточных вод;

Резервные ИБП для ремонта подстанций.

Требования к электроснабжени. Питание — от одной секции 0,4 кВ подстанции. При наличии единственного источника питания — резервирование достигается за счёт секционирования низковольтного распределительного устройства (НРУ).

7.4.3. Нагрузки III категории (третьей степени надёжности)

К III категории относятся некритичные потребители, отключение которых не влияет на безопасность и основную функцию станции:

Рекламное и ландшафтное освещение;

Электропитание для уборки;

Бытовые приборы: водонагреватели, душевые;
Канализационные насосы (не пожарные);
Ремонтные участки;
Мультизональные сплит-системы в общественных зонах.

Требования к электроснабжению. Питание от одного источника 0,4 кВ. При аварии на подстанции нагрузка автоматически или вручную отключается с низковольтного шкафа.

7.5. Проектирование наружного освещения

7.5.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

7.5.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: Ру = 18 кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

7.5.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

7.5.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

7.6. Проектирование осветительных установок

7.6.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

7.6.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

7.6.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);
Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °C до +42 °C);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — ≤ 20 %;

минимизация светового загрязнения.

7.6.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

7.7. Молниезащита и заземление

7.7.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

7.7.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник PE.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО).Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

7.7.3. Система уравнивания потенциалов

Главная система уравнивания потенциалов (ГСУП):

Все входящие и выходящие металлические коммуникации (трубопроводы, кабельные оболочки, арматура фундаментов и др.) соединяются с главной заземляющей шиной (ГЗШ) в вводном устройстве.

Дополнительные (локальные) системы уравнивания потенциалов (ДСУП) устраиваются в:

- помещениях распределения освещения;
- туалетах;
- насосных станциях;
- помещениях слаботочного оборудования.

Особенности в насосной по периметру на высоте 500 мм от пола прокладывается оцинкованная стальная полоса 40×4 мм. Полоса соединяется с локальной коробкой ДСУП. При пересечении дверных проёмов заделывается в пол. К полосе присоединяются:

- PE-провод;
- металлические трубы;
- несущие конструкции здания — радиальные перемычки;
- в фундаменте каждого агрегата — заземляющие стержни из полосы 40×4 мм.

В помещениях слаботочных систем при наличии антистатического пола заземляющие клеммные ряды устанавливаются под полом. Без антистатического пола — отдельные клеммные коробки. Все клеммы резьбовые М10 (согласно плану).

7.7.4. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью PE не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

7.7.5. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями (Ø ≥ 16 мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

7.7.6. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — ≤ 2,5 кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

7.7.7. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

7.8. Пояснения к обозначениям

7.8.1. Подстанция и системы электроснабжения

Переменный ток 20 кВ:

- по вводам кабелей в шкафы ввода;
- по выводам кабелей из шкафов вывода.

Постоянный ток 750 В:

- по клеммам двустороннего соединения в клеммных шкафах.

7.8.2. Подстанция и тяговая сеть

Положительный полюс: на вводе кабеля в разъединитель постоянного тока, подключённый к тяговой сети.
Отрицательный полюс: на соединительном зажиме отрицательной шины шкафа обратного тока.

Примечание: Шкаф разъединителя проектируется специалистами по тяговой сети. Его установка, фундамент, отверстия и защита — в ведении специалистов по подстанциям.

7.8.3. Подстанция и система контроля электроэнергии

- Граница — по коммуникационным интерфейсам или клеммным колодкам оборудования подстанции.

Комплексный контрольный экран проектируется специалистами по контролю. Его размещение и монтаж — в ведении подстанции.

7.8.4. Система защиты от блуждающих токов

- Граница — на входе кабеля отвода тока в шкаф отвода тока.

Шкаф отвода тока проектируется для защиты от коррозии. Его установка согласовывается со специалистами по подстанциям.

7.8.5. Подстанция и система силового освещения

Граница — на выводах кабелей из низковольтного распределительного шкафа (0,4 кВ). Нагрузка, прокладка кабелей и подключение вводов в ведении специалистов по освещению. В зоне кабельных опор подстанция обязана зарезервировать пространство для прокладки кабелей освещения.

7.8.6. Подстанция и пожарная сигнализация

На клеммных колодках НРУ подстанции предусматриваются контакты для дистанционного отключения неаварийных цепей при срабатывании пожарной сигнализации.

7.9. Схема и режим работы сети переменного тока 20 кВ

7.9.1. Схема подключения

Применяется секционированная одношлейфовая схема с тремя секциями шин и шинными разъединителями:

- Ввод №1 — от шины I участка станции 111;

- Ввод №2 — от шины II участка станции 111.

Установлено:

- 2 распределительных трансформатора — на секциях I и II;
- 2 выпрямительных трансформатора — на секции III.

На каждой секции по одному комплекту ТН и ограничителей перенапряжения (ОПН).

7.9.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.3**: Режимы эксплуатации сети переменного тока 20 кВ*

Нормальный режим	- Секции I и II — раздельно; - Секция III — параллельно с II; - Шинный разъединитель №1 — включён; - Шинный разъединитель №2 — отключён.
Отказ питания шины I	- Отключается разъединитель №1; - Через АВР включается разъединитель №2; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции II питает все нагрузки I–II категорий.
Восстановление питания шины I	- Возврат к исходной схеме: №1 — включён, №2 — отключён.
Отказ питания шины II	- Шинные разъединители переменного тока 20 кВ не переключаются; - На НН включается межсекционный выключатель — трансформатор секции I берёт все нагрузки.

7.10. Схема и режим работы тягового электроснабжения (постоянного тока 750 В)

7.10.1. Схема подключения

Две тяговые выпрямительные установки подключены к шине переменного тока 20 кВ секции III, работают параллельно (24-импульсный режим).

На стороне постоянного тока 750 В — одношинная схема:

- Положительный полюс — через быстродействующий выключатель постоянного тока;
- Отрицательный полюс — через ручной разъединитель.

4 выхода через быстродействующие выключатели к левому и правому сетевым разъединителям. Обратный ток через медные шины, приваренные к рельсам.

7.10.2. Режимы эксплуатации

***Таблица 7.4**: Режимы эксплуатации сети постоянного тока 750 В*

Нормальный режим	- Обе установки работают параллельно; - Продольные разъединители — отключены; - Питание — двустороннее от соседних подстанций.
Отказ одной установки	- Обе установки отключаются для сохранения симметрии и предотвращения перегрузки.

Отказ обеих установок	- Включаются продольные разъединители; - Участок питается двусторонне от подстанций 109 и 114.

7.11. Конфигурация измерительных приборов

***Таблица 7.5**: Конфигурация измерительных приборов*

Ввод переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø, гармоники	Многофункциональный цифровой счётчик
Выход переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство защиты и контроля
Трансформаторы и фидеры переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение, P, Q, W^+/W^-, var^+/var^-, cos Ø	Многофункциональный цифровой прибор
Секционный выключатель переменного тока 20 кВ	Ток, напряжение	Микропроцессорное устройство
Ввод постоянного тока 750 В	Напряжение шины, ток ввода	Блок мониторинга + вольтметр/амперметр
Питающая линия постоянного тока 750 В	Ток линии	Микропроцессорное устройство + амперметр
Отрицательная шина постоянного тока 750 В	Ток обратного тока, напряжение относительно земли (вверх/вниз)	Амперметр

7.12. Защита от перенапряжений

На шинах переменного тока 20 кВ (секции I, II, III) — ограничители перенапряжения (ОПН).

На переменной стороне выпрямителя — RC-цепь.

На постоянной стороне — быстродействующие предохранители, резисторы и параллельная RC-цепь.

На положительной и отрицательной шинах постоянного тока 750 В — ОПН.

В шкафах сетевых разъединителей — ОПН.

7.13. Заземление и безопасность

7.13.1. Общие требования

Все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме, надёжно заземляются, за исключением:

- шкафов выпрямителей;
- шкафов постоянного тока 750 В;
- шкафов отрицательного полюса.

7.13.2. Реализация заземления

В кабельном помещении устанавливается главная заземляющая шина подстанции (монтаж строительной организацией). В помещении подстанции по периметру прокладывается замкнутая кольцевая заземляющая магистраль (для защитного заземления и заземления при ремонте). Нейтраль распределительного трансформатора заземляется проводом 1×240 мм², подключённым напрямую к силовой заземляющей шине. Основания оборудования (шкафы переменного тока 20 кВ и 0,4 кВ, трансформаторы, шкафы отвода тока, устройства ограничения потенциала рельсов и др.) изготавливаются из оцинкованного проката и соединяются с кольцевой магистралью. Шкафы постоянного тока 750 В, отрицательного полюса и выпрямители:

- электрически изолированы от земли;
- под корпусами — изолирующие прокладки;
- между собой и с силовой шиной соединены двумя изолированными кабелями 1×95 мм² через устройство защиты от утечки на корпус.

Устройство ограничения потенциала рельсов для предотвращения опасного напряжения «рельс–земля». Кабельные опоры из оцинкованного проката 50×5 мм, соединены с силовой заземляющей шиной. Броня и экран кабелей заземляются в одной точке (по ПУЭ). Корпус шинопровода 0,4 кВ надёжно заземлён. При секционировании все секции заземляются независимо.

8. Слаботочные сети

8.1. Слаботочные сети

8.1.1. Объём проектирования

Настоящий раздел включает проектирование:

1. Строительных конструкций и монтажа оборудования для следующих систем:
    - передающие системы станций;
    - телефонная связь;
    - беспроводная связь;
    - видеонаблюдение;
    - система синхронизации времени;
    - система оповещения;
    - система информирования пассажиров (PIS);
    - система автоматизации офиса (OA);
    - Wi-Fi;
    - системы электропитания и др.
2. Монтажа и размещения оборудования;
3. Расположения шкафов в машинных помещениях;
4. Прокладки кабельных трасс и трубопроводов.

8.1.2. Транспортные системы связи

Передающее оборудование

В помещении слаботочного оборудования устанавливается MSTP-устройство CiTRANS 650 U5 (FiberHome, 20 Гбит/с).

Ввод: два 72-жильных ОК (левое и правое направление);

Соединение: сварка в шкафу;

Подключение: через оптические патч-корды к оборудованию;

Топология: самовосстанавливающееся кольцо по всей линии.

Передача данных по медным линиям (Ethernet). Через комплексный распределительный шкаф NDF к системам:

- телефония, оповещение, синхронизация, OA, Wi-Fi, питание, контроль доступа и др.

Обеспечивается независимый канал для передачи данных, изображений, управления.

Передача данных по оптическим линиям (Ethernet). Через ODF-стойку к системам:

- беспроводная связь, видеонаблюдение, PIS, AFC, OA, Wi-Fi.

Обеспечивается передача данных, видео и управляющих сигналов.

8.1.3. Телефонные системы, OA, Wi-Fi

1. **Телефонные аппараты устанавливаются:**

    В автоматизированных помещениях на стене, 1500 мм от пола;

    В офисах — на рабочих столах.

2. **Распределение.** В помещении управления комбинированные коробки с 20-парными VDF-подставками. Телефоны подключаются кабелем 2×0,4 мм.

3. **Розетки (голос/данные).** Устанавливаются скрыто, 300 мм от пола (нижняя кромка). Минимальное расстояние до силовых розеток >300 мм (горизонтально и вертикально). При конфликте — корректировка по согласованию с проектировщиком.
4. **Комплексные распределительные коробки.** В помещении управления на стене, 1500 мм от пола. В других помещениях способ монтажа согласовывается с отделкой.
5. **Подключение**:
   Внутренние телефоны — через кабель RJ11–RJ11;
   Монтаж — по фактическому расположению аппаратов.
6. **Wi-Fi**:
   Точки доступа — на потолке;
   Место установки — по согласованию с отделкой;
   Избегать заслонения и помех от конструкций.
7. **Связь с лифтами.** Специалисты по связи прокладывают кабель 6×1,0 мм² между диспетчерской и шкафом управления лифтом. Резерв: 25 м в каждом шкафу. Подключение в шкафах — в ведении лифтовой организации.

8.1.4. Система видеонаблюдения

Питание. От щита видеонаблюдения → блок разводки → адаптер → камера.
Оптическое подключение. От шкафа → ODF-подрамник → 4-жильный ОК → камера.
Установка камер.
Общественные зоны: на кронштейнах, выступ 100 мм; при отсутствии потолка 3000 мм от пола;
Сферические камеры: ниже светильников и вентиляции, 3000 мм от пола;
У входов/эскалаторов: 2500 мм от ступеней;
На промежуточных станциях: под навесом крыши, выступ 100 мм;
На межстанционных участках: на опорах вне габарита подвижного состава.
Разграничение с лифтами.
Связисты: прокладка линии до шкафа управления, резерв 10 м.
Лифтовая организация: монтаж и подключение камер внутри лифта.

8.1.5. Системы беспроводной связи

Передача данных: IP-ориентированная.
Антенны:
   Малогабаритные — под подвесным потолком;
   Место — по согласованию с отделкой.
Пассивные устройства (разветвители, соединители). Крепление — внутри подвесных конструкций.
Кабели. Соединение утечкового кабеля 7/8″ с пассивными устройствами — через гибкий кабель 1/2″.
RRU (радиоблоки).
   Установка — на несущей стене в помещении слаботочного оборудования;
   Высота — ≥ 1500 мм от пола.

8.1.6. Подсистемы

Радиовещание

Динамики и детекторы шума: подвесные, над или в потолке.
Кабели: в отдельных оцинкованных трубах или каналах.
Схема подключения: кольцевая (для повышения надёжности).

Система синхронизации времени

Часы: односторонние цифровые, высота цифр — 76 мм.
Монтаж: на несущей стене, верх корпуса — к подвесному потолку.
Кабели: вдоль потолка → по стене до оборудования.

Информирование пассажиров (PIS)

Вестибюль: 4×55″ ЖК-экрана, нижний край — 2300 мм.
Платформы: 4×49″ на направление, нижний край — 3200 мм, перпендикулярно рельсам.
Кабели: по коммуникационным мостам → стальные трубы → гибкие металлические шланги.
Корректировка размещения — допускается по согласованию с проектировщиком.

8.1.7. Системы электроснабжения слаботочных систем

ИБП

В помещении слаботочного оборудования — восьмиканальный ИБП.
Питание — от распределительного щита освещения (6 линий).
Кабели до ИБП — в ведении подрядчика по связи.

Заземление. Специалисты по электроснабжению обеспечивают заземляющие клеммные коробки в помещении. Заземляющие провода от оборудования монтирует подрядчик по связи.

8.1.8. Кабельные мосты и трубопроводы

Типы мостов (ТХ):

300×200 мм и 200×200 мм — для слаботочных кабелей;
200×100 мм и 200×200 мм — для силовых кабелей.

Монтаж.

При отсутствии зон крепления в проекте — монтаж силами подрядчика по связи.
В помещениях — внутри подвесных потолков.
В кабельных помещениях — вертикальные подъёмные леса.

Вывод кабелей. Из мостов через оцинкованные или стальные трубы.
Герметизация. Заглушки и коробки герметизировать против пыли и влаги.
Заземление. Все металлические конструкции электрически соединены и подключены к заземляющей шине в помещении слаботочного оборудования.
Протяжка. В каналах и трубах две протяжные проволоки №8. В коробках - резерв 1 м.
Согласование. Вводы в помещения по согласованию со смежными специальностями.
Резерв кабелей:

До оборудования — 6 м по высоте;
В помещении — 25 м;
У оконечного оборудования — 3 м;
У терминалов — 1 м;

В кассовых кабинах — +10 м.

8.1.9. Общие требования

Подключение терминалов. Резерв кабеля — 30 м;

Обязательно: УЗИП на обоих концах и надёжное заземление.

Скрытая прокладка. Стальные трубы в стенах монтирует подрядчик по связи.

Гибкость размещения. Указания на чертежах ориентировочные. Корректировка допускается при сохранении функциональности и согласовании.

Цветовая маркировка. Силовые и заземляющие провода по национальным стандартам.

Требования к кабелям:

Общие: LSZH, класс B, B1 (d_0, t_0, a_2);

Радиовещание: класс A, B1 (d_0, t_0, a_2).

Единицы измерения. Все размеры в миллиметрах (мм).

8.1.10. Принципы нумерации оборудования

***Таблица 8.1**: Принципы нумерации оборудования*

Камеры	`X-Yn`	`2-Y3`	Шкаф 2, купольная камера №3
Динамики	`PAz-n`	`PA3-7`	Зона 3 (вестибюль), динамик №7
Антенны	`An`	`A6`	Антенна №6 по чертежам
Разветвители	`Sn`	`S1`	Разветвитель №1
Соединители	`Cn`	`C1`	Соединитель №1
Wi-Fi	`APn`	`AP12`	Точка доступа №12
Розетки	`T / D`	`T5, D8`	T — телефония, D — данные

8.1.11. Зоны вещания:

1 — платформа (вверх), 2 — платформа (вниз), 3 — вестибюль, 4 — служебные помещения, 5 — входы/эвакуация.

8.2. Система TIAS (Интегрированная система автоматизации)

8.2.1. Состав системы

Система TIAS на уровне станции состоит из резервированных серверов реального времени, переднего коммуникационного процессора (сокращенно «FEP»), 2 комплектов рабочих станций, коммутатора, панели IBP и другого оборудования. TIAS- система на уровне станции, состоящая из оптоволоконных линий, предоставляемых системой передачи данных (сокращенно «TS»), и TIAS-системы на уровне центра, образует TIAS- систему всей линии.

8.2.2. Функции системы

Система TIAS управляется на двух уровнях: центральном и станционном. В нормальном режиме центральный уровень отвечает за мониторинг оборудования всей линии и может

координировать управление движением по всей линии и оборудованием между станциями. В случае сбоя центральной системы TIAS может перейти в режим работы на станционном уровне.

Система ATS станций интегрирована в систему TIAS и управляется единой системой на уровне станции, что обеспечивает мониторинг механического и электрического оборудования станции. PSCADA-системы станций интегрированы в систему TIAS. В нормальных условиях центральная система TIAS осуществляет дистанционный контроль, дистанционное измерение и дистанционное управление электрооборудованием всей линии. В отношении системы платформенных дверей (сокращенно «PSD») в нормальных условиях открытие и закрытие осуществляется в связке с системой сигнализации (сокращенно «SIG»). Система TIAS на уровне станции осуществляет только мониторинг системы PSD. В экстренных ситуациях аварийное управление PSD осуществляется с помощью аварийного резервного пульта (сокращенно «IBP») на уровне станции. В отношении систем видеонаблюдения (сокращенно «CCTV»), система TIAS на уровне станции может через подразделение CCTV выводить изображения, снятые камерами системы CCTV, выбранными на интерфейсе, на мониторы CCTV в диспетчерской станции. Система TIAS имеет функцию управления фокусировкой, горизонтальным и вертикальным наклоном камер. Система TIAS имеет функцию мониторинга состояния оборудования системы CCTV на уровне станции.

Для систем оповещения (сокращенно «PA») TIAS может предоставить функцию выбора зоны оповещения через подразделение PA, обеспечить трансляцию предварительно записанной информации через подразделение PA, а также функции публикации информации о пожарах. TIAS обладает функцией мониторинга состояния оборудования системы PIS на уровне станции. В отношении автоматической пожарной сигнализации (сокращенно «FAS») система TIAS на уровне станции контролирует состояние оборудования и в случае пожара принимает сигнал FAS о пожаре и оказывает содействие в ликвидации последствий. Что касается системы часов (сокращенно «CLK»), система TIAS на уровне станции получает сигнал стандартного времени от CLK, обеспечивая синхронизацию CLK внутри системы TIAS.

В чрезвычайных ситуациях система TIAS может запускать соответствующий режим взаимодействия в зависимости от ситуации на месте, координировать взаимодействие между различными системами и поддерживать нормальную работу станции. В помещении управления станцией установлена панель IBP, которая обеспечивает резервное управление ключевым оборудованием в случае чрезвычайных ситуаций или сбоев в работе системы TIAS. IBP-панель оснащена функцией аварийного срабатывания AFC-турникетов; функцией аварийной остановки, блокировки и разблокировки сигнальной системы; функцией аварийного управления PSD; функцией разблокировки дверей системы контроля доступа; функцией включения/выключения пожарных насосов, специальных вентиляторов для удаления дыма и специальных вентиляторов для подачи воздуха под давлением; функцией отключения тягового питания.

Система TIAS собирает информацию об энергопотреблении станций через систему PSCADA, которая передает ее на центральный уровень системы TIAS.

Другие подробные функции системы TIAS см. в соответствующих разделах «Технические спецификации системы TIAS для первого этапа строительства новой транспортной системы города Астаны (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)».

8.2.3. Указания по прокладке линий и установки оборудования

Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, проложенные в коридоре оборудования, должны быть проложены над подвесным потолком коридора, а высота кабельных каналов должна

соответствовать чертежам комплексной прокладки трубопроводов. Кабельные каналы и стальные трубы системы TIAS, расположенные в помещениях оборудования, должны быть проложены под подвесным полом или вдоль стен, но в помещениях станционного диспетчерского пункта, механико-электрического/электроснабжения/эскалаторов, как правило, не допускается открытая прокладка каких-либо трубопроводов. Каждый распределительный контур должен проходить в отдельной трубе, соединения между стальными трубами должны иметь межзональное заземление. Стальные трубы и кабельные каналы снаружи должны быть

покрыты огнестойкой краской. После прокладки всех трубопроводов через стены и шкафы необходимо выполнить противопожарную герметизацию. Прокладка трубопроводов под промежуточным этажом подстанции, прокладка подвесных кронштейнов для слаботочных кабелей. Все кабели должны иметь маркировку начала и конца в местах проверки кабелей и на начальных и конечных концах.

Оборудование шкафов размещается в помещении для интеграции слаботочных систем, в помещении установлено антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 4 м, шкафы устанавливаются на металлические опоры на пол.

IBP-панели устанавливаются на металлических опорах в контрольной комнате станции, внутри помещения укладывается антистатическое напольное покрытие, чистая высота пола составляет 270 мм. Трубопроводы, входящие в диспетчерскую станции, должны прокладываться в соответствии с установленным маршрутом в комбинированных кабельных каналах, которые должны быть установлены специализированной компанией TIAS.

При открытой прокладке (включая прокладку в подвесном потолке) трубопроводы должны быть защищены металлическими трубопроводами или закрытыми металлическими желобами, а металлические трубопроводы или закрытые металлические желоба должны быть защищены от возгорания. Когда общая длина закрытых кабельных каналов не превышает 30 м, они должны иметь не менее двух точек надежного соединения с защитным проводником; когда общая длина превышает 30 м, каждые 20–30 м следует добавлять по одной точке соединения, а начальный и конечный концы должны быть надежно заземлены.

8.3. Автоматическая пожарная сигнализация (FAS)

8.3.1. Общие сведения

На станции устанавливается комплексная автоматическая пожарная сигнализация (FAS), интегрированная со следующими системами:

- электроснабжение и освещение;
- вентиляция и кондиционирование;
- водоснабжение и водоотведение;
- BAS (мониторинг оборудования);
- TIAS (комплексная автоматизация);
- платформенные двери;
- лифты и эскалаторы.

8.3.2. Состав системы FAS

Оборудование на станции

Пожарные извещатели: дымовые, тепловые, линейные тепловые.

Ручные извещатели.

Звуковые и световые оповещатели.
Гнёзда пожарных телефонов.
Кнопки пожарных кранов.
Специальные пожарные телефоны.
Входные/выходные модули.
Рабочая станция мониторинга.

Оборудование в диспетчерской. Главный компьютер FAS - для централизованного мониторинга. Специальный пожарный телефон- для связи с пожарной службой. Принтер — для регистрации и распечатки событий.

Размещение оборудования

Общественные зоны, коридоры, вспомогательные помещения:

- извещатели, ручные станции, телефоны, кнопки кранов, оповещатели.

Кабельные каналы под платформами и в перекрытиях подстанции:

- линейные тепловые извещатели.

Технические помещения (насосные, слаботочные, венткамеры, подстанции):

- модульные блоки FAS для мониторинга противопожарного оборудования.

Архитектура системы

7 сигнальных шлейфов (с резервом ≥10%):

1. Общая зона вестибюля.
2. Вход в вестибюль (включая насосную).
3. Вспомогательные помещения вестибюля.
4. Платформа и вспомогательные помещения.
5. Отключение не пожарного питания в подстанции.
6. Резервный шлейф. Система пожарной связи — независимая, шинная.
7. Датчики дыма под потолком и подвесным потолком в вестибюлях.

8.3.3. Основные функции системы

Принципы построения

Распределённое управление.
Централизованный контроль.
Трёхуровневая иерархия: центр → станция → оборудование.

Функции центра реализуются через систему TIAS.

Основные задачи

Мониторинг состояния противопожарного оборудования.
Приём и обработка сигналов от извещателей.
Автоматическое управление инженерными системами при пожаре.
Передача данных в центр или автономное реагирование.
Регистрация и архивирование событий.

Функции мониторинга

Контроль пожарной обстановки на станции и прилегающей территории.
Отображение мест срабатывания извещателей.

Мониторинг:

пожарных насосов.

вентиляторов дымоудаления и подпора.

противопожарных клапанов.

Функции управления при пожаре

Таблица 8.2: *Функции управления при пожаре*

Пожарные насосы	Кнопка в шкафу + сигнал извещателя → запуск насоса; индикация на кнопке; ручное управление через IBP.
Дымоудаление	Автоматический запуск FAS; ручное управление через IBP; мониторинг вентиляторов и клапанов.
Отключение питания	Сигнал на разъединение в шкафу 400 В; тяговое питание отключается по команде диспетчера.
AFC (турникеты)	Команда на аварийное открытие турникетов.
Оповещение	Автоматический переход на пожарный режим; чередование звуковых и световых сигналов.
Аварийное освещение (EPS)	Включение в зонах ЧС; контроль состояния щитов EPS.
Контроль доступа (ACS)	Сигнал «Пожар» → разблокировка дверей; резерв — кнопка на IBP; при отключении питания — автоматическая разблокировка.
Лифты и эскалаторы	FAS передаёт информацию, но не управляет; эскалаторы остаются в работе для эвакуации; лифты отключаются после завершения тушения.

8.3.4. Взаимодействие с другими системами

Таблица 8.3*: Взаимодействие с другими системами*

Вентиляция	Клеммы шкафа управления вентиляторами, приводов клапанов	Жёсткие соединения (контакты)	Прокладка — FAS
Электроснабжение	Клеммы шкафа EPS и шкафа двойного питания	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Низковольтное распределение (400 В)	Клеммы шкафа 400 В	Активный контакт 24 В DC (≤0,5 А)	Управление — FAS
Водоснабжение	Клеммы шкафа управления насосами	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
Связь	Клеммы шкафа вещания и щита связи	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
BAS	Коммуникационный порт контроллера FAS	RS-485	Подключение — BAS
TIAS	Коммуникационный порт	3× Ethernet 10/100	Подключение

	FAS в диспетчерской	Мбит/с (в т.ч. для синхронизации времени)	— TIAS
ACS	Клеммы шкафа ACS в помещении слаботочных систем	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
AFC	Клеммы аварийной кнопки и распределительного шкафа AFC	Жёсткие соединения	Прокладка — FAS
IBP	Клеммы панели IBP в диспетчерской	Жёсткие соединения	Кнопки — TIAS

8.3.5. Установка оборудования и прокладка кабелей

Монтаж оборудования

Шкафы контроллеров: напольные, фронтальный доступ;

- свободное пространство для обслуживания — ≥ 0,6 м с обеих сторон.

Модульные коробки: настенные, центр — 1,4 м от пола;

- расстояние до фронта — ≥ 1,2 м; до двери — ≥ 0,5 м.

Ручные извещатели и телефоны: 1,4 м от пола (нижний край).

Оповещатели: на стене под потолком, ≥ 2,2 м от пола.

Кнопки пожарных кранов: в ящиках кранов.

Линейные тепловые извещатели:

1) под платформой и в кабельных помещениях;
2) прокладка — по синусоидальной схеме, крепление — зажимами;
3) макс. длина зоны — 100 м;
4) декодеры — в распределительных помещениях;
5) оборудование под платформой — с влагозащитой;
6) соединения — лужёные и герметизированные.

Установка датчиков

Под подвесным потолком — под потолком.

Без потолка — на несущих конструкциях.

Требования к размещению:

до стены/балки — ≥ 0,5 м;

радиус 0,5 м — без препятствий;

до вентиляционного отверстия — ≥ 1,5 м;

при высоте балки > 600 мм — минимум 1 извещатель в секции;

при конфликте со светильниками — допускается смещение, но ≥ 0,2 м от светильника.

Прокладка кабелей

Кабели FAS: безгалогенные, малодымные, огнестойкие (класс B1).

Способы прокладки:

в стальных трубах или металлических лотках с огнезащитным покрытием;

горизонтально — под потолком (в подвесных — внутри);
вертикально — вдоль стен;
при открытой прокладке — обязательная огнезащита;
проходы через противопожарные стены — герметизируются;
через деформационные швы — с компенсирующими петлями или гибкими вставками.

8.3.6. Электроснабжение и заземление

Электропитание

Категория надёжности: I;
В помещении слаботочных систем — два источника питания;
Встроенные аккумуляторы — время автономной работы ≥ 180 минут;
Графические рабочие станции в диспетчерской — питаются от ИБП FAS.

Заземление

Система заземления: комплексная, сопротивление ≤ 1 Ом. В диспетчерской общая коробка заземления для FAS, TIAS и др. (поставщик — Dongzhao). Все шкафы, трубы, лотки надёжно заземлены.

8.3.7. Освещение перегонов

Классификация нагрузок и требования к электроснабжению

Напряжение и отклонения

Система электроснабжения: переменный ток 220/380 В, 50 Гц.
Допустимые отклонения напряжения:
для силовых нагрузок в тоннелях: ±5 %;
для освещения тоннелей: +5 % / –10 %.

Разграничение электроснабжения

Граница зоны ответственности проходит по середине между соседними станциями. Электропитание освещения перегона равномерно распределяется между двумя смежными станциями, каждая обеспечивает 50 % нагрузку.

8.3.8. Стандарты освещённости

Нормальная освещённость на перегонах не менее 5 лк.

8.3.9. Расположение оборудования

Светильники главной линии устанавливаются на верхней части поручней ограждений моста с обеих сторон.

Распределительные коробки технического обслуживания:
под эвакуационными платформами;
при их отсутствии — непосредственно на мостовом полотне;
в зоне въезда/выезда из депо — на перилах моста (из-за ограничений габаритов).

Конкретное размещение согласовывается со специалистами по мостовым конструкциям и габаритам подвижного состава.

8.3.10. Система электроснабжения и распределения

Архитектура сети. Применяется комбинированная схема — радиальная + стволовая.

Распределительные щиты технического обслуживания. Питаются от главного щита соседней станции. Размещение:

- первый щит — 50 м от конца платформы (в направлении движения);
- последующие — с интервалом 100 м;
- в зоне стрелочных переводов — дополнительные щиты по необходимости.

Технические характеристики щитов

Номинальная мощность: 15 кВт;
Каждый контур для одновременного использования в одной точке;
На выходе:

- УЗО (устройства защитного отключения);
- промышленные разъёмы (одно- и трёхфазные).

8.3.11. Система освещения

Схема распределения. Применяется стволовая система. Источник питания — щит нормального освещения соседней станции. Кабель прокладывается до светильников через распределительные коробки.

Управление:

Автоматическое — через систему BAS станции;
Ручное — с главного щита освещения на платформе.

Осветительные приборы

Тип: светодиодные светильники, 18 Вт;
Шаг установки: 9,318 м;
Монтаж: на поручнях моста;
Стрелочные переводы:

- стационарное освещение не предусматривается;
- используется переносное освещение, питание — от распределительного щита участка.

8.3.12. Молниезащита, заземление и безопасность

Система заземления. Применяется схема TN-S.

Молниезащита надземных участков

Молниеотводы: металлические конструкции моста или арматурная сетка.
Токоотводы: два основных арматурных стержня в опорах моста.
Заземлители: арматура свайного фундамента.
Требования:

- непрерывность электрической цепи от верха до низа;
- сопротивление заземления — ≤ 10 Ом.

Защита оборудования

Все распределительные коробки на перегонах — с УЗИП (устройствами защиты от импульсных перенапряжений);
Все металлические корпуса — надёжно заземлены;
В цепях розеток и коробок — УЗО.

8.3.13. Требования к оборудованию

Общие требования

Оборудование должно:

соответствовать климатическим условиям (до –51 °C) и требованиям метрополитена;
быть надёжным, энергоэффективным, малошумным, простым в обслуживании;
иметь компактную конструкцию и единый тип по всей линии.

Устойчивость

Оборудование должно выдерживать:

низкие температуры;
вибрацию от подвижного состава;
огнестойкость;
влагу, плесень, коррозию (в т.ч. в условиях солевого тумана).

Конструкция

Корпуса щитов и коробок: из погодостойкого поликарбоната (PC) или аналога;
Степень защиты: не ниже IP65;
Конструкция коробок:

нижний ввод/вывод кабеля;
уплотнительные кольца против влаги и обледенения.

Обогрев и освещение

В щитах встроенные энергосберегающие нагреватели для работы при низких температурах.
Светильники:

со встроенными предохранителями;
драйвер и источник света — раздельные;
драйверы — устойчивы к экстремальным температурам, особенно к низким.

8.3.14. Выбор и прокладка кабелей

Типы кабелей

Силовые кабели:

медные, бронированные, морозо- и огнестойкие;
напряжение: 0,6/1 кВ;
класс пожарной опасности: В.

Электропроводка:

медные, огнестойкие провода;
напряжение: 0,45/0,75 кВ;
класс: В.

Прокладка освещения

Марка провода: ZB-BYJ-500V 3×2,5 мм²;
Способ прокладки:
по мостовому ограждению и поручням;
в стальных трубах SC20;
трёхфазное последовательное перекрёстное распределение;
Защита: стальные трубы с огнезащитным покрытием.

Пересечение с рельсами

Кабели должны проходить через трубы, заложенные в рельсовом полотне;
Расстояние от трубы до ближайшего щита — ≤ 10 м;
Запас длины кабеля при пересечении рельсов — 20 м;
Иные способы пересечения — запрещены.

8.3.15. Функции и уровни управления

Система TIAS функционирует на двух уровнях.
Центральный уровень:
мониторинг оборудования всей линии;
координация управления движением поездов и инженерными системами между станциями.
Станционный уровень: локальный контроль и управление оборудованием на станции.

Резервирование: при отказе центральной системы управление автоматически передаётся на станционный уровень.

8.3.16. Интеграция подсистем

***Таблица** 8.4: Интеграция подсистем*

ATS (Автоматическое управление движением)	Интегрирована в TIAS; функции реализуются через рабочие станции TIAS; питание — от системы TIAS.
PSCADA (Диспетчеризация и сбор данных)	- Нормальный режим: дистанционный контроль и управление электрооборудованием с центра; - При отказе: управление с операторской станции подстанции на станции.
PSD (Платформенные двери)	- Открытие/закрытие — синхронизировано с системой сигнализации (SIG); - TIAS — только мониторинг; - Аварийное управление — через панель IBP.
CCTV (Видеонаблюдение)	- Вывод изображений на мониторы диспетчерской; - PTZ-управление (панорама, наклон, зум); - Мониторинг состояния оборудования.
PA (Оповещение)	- Выбор зоны вещания; - Воспроизведение предзаписанных сообщений; - Контроль состояния оборудования.
PIS (Информирование	- Публикация текстовой/графической информации;

пассажиров)	- Отображение экстренных сообщений (в т.ч. при пожаре); - Мониторинг оборудования.
FAS (Пожарная сигнализация)	- Мониторинг состояния; - При пожаре — приём сигнала тревоги и запуск сценариев взаимодействия.
CLK (Синхронизация времени)	TIAS получает сигнал точного времени от CLK и синхронизирует все компоненты системы.

8.3.17. Аварийное управление (панель IBP)

В чрезвычайных ситуациях или при отказе TIAS панель IBP (Встроенная панель резервного копирования) в диспетчерской обеспечивает ручное резервное управление:

- аварийное открытие турникетов AFC;
- аварийная остановка, блокировка и разблокировка сигнальной системы (SIG);
- аварийное управление платформенными дверями (PSD);
- разблокировка дверей системы контроля доступа (ACS);
- включение/отключение пожарных насосов, систем дымоудаления и подпора воздуха;
- отключение тягового питания.

8.3.18. Энергомониторинг

Система TIAS собирает данные об энергопотреблении станции через PSCADA и передаёт их на центральный уровень для:

учёта;
анализа;
оптимизации режимов работы.

8.4. Прокладка кабельных трасс и установка оборудования

8.4.1. Общие требования к прокладке

В коридорах оборудования кабельные каналы и стальные трубы прокладываются над подвесным потолком в соответствии с чертежами комплексной прокладки трубопроводов.

В помещениях технологического оборудования:

под фальшполом;
вдоль стен.

В диспетчерской, помещениях МЭО, электроснабжения и эскалаторов запрещена открытая прокладка трубопроводов. Каждый распределительный контур в отдельной трубе.

Все стальные трубы и каналы снаружи покрываются огнестойкой краской. Проходы через стены, перекрытия и шкафы подлежат противопожарной герметизации.

8.4.2. Заземление кабельных конструкций

При длине канала ≤ 30 м — не менее 2 точек заземления;
При длине > 30 м — дополнительные точки каждые 20–30 м;
Начало и конец канала — обязательно заземляются;
Соединения стальных труб обеспечивают непрерывность заземляющего контура.

8.4.3. Требования к открытой прокладке

При открытой прокладке (включая подвесные потолки) кабели должны быть защищены металлическими трубами или закрытыми металлическими кабельными лотками. Все металлические конструкции обрабатываются огнезащитным составом.

8.4.4. Прокладка в подстанции и маркировка

Трубопроводы под промежуточным этажом подстанции и кронштейны для слаботочных кабелей монтируются по проекту. Все кабели с чёткой маркировкой на:

начальном и конечном участках;
контрольных точках (коммутация, проверка).

8.4.5. Установка оборудования

Шкафы TIAS

Размещение: помещение интеграции слаботочных систем;
Требования к помещению:
антистатическое напольное покрытие;
чистая высота — 4,0 м;
Монтаж: на металлические опоры, закреплённые к полу.

Панели IBP

Размещение: контрольная комната станции;
Требования:
антистатическое покрытие пола;
высота фальшпола — 270 мм;
Монтаж: на металлические опоры.

Прокладка в диспетчерской

Трубопроводы по маршрутам, указанным в чертежах комбинированных кабельных каналов. Монтаж силами специализированной организации, ответственной за TIAS.

8.5. Системные интерфейсы

Система TIAS (Интегрированная система автоматизации) взаимодействует со смежными подсистемами через стандартизированные интерфейсы. Ниже приведены точки разграничения, физические интерфейсы и ответственность сторон.

***Таблица 8.5**: Системные интерфейсы*

1	**BAS** (Building Automation System)	Резервный Ethernet-порт ПЛК шкафа BAS в помещении контроля ОВиК	RJ45, экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый коммутатор — 2 независимые локальные сети
2	**PSCADA** (Электроснабжение)	Выход оборудования PSCADA подстанции	Одномодовый оптоволоконный Ethernet	Каждый коммутатор — 1 одномодовый оптоволоконный порт
3	**PSD**	Выход устройства PSD	2-жильный	Каждый FEP — 1

	(Платформенные двери)		одномодовый ОК через оптоволоконные конвертеры (RJ45 → оптика)	RJ45-интерфейс + 2×WDZN-KYJY 10×2.5 для IBP (аварийное управление)
4	**CCTV** (Видеонаблюдение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
5	**PA** (Оповещение)	Клеммы коммутационного шкафа связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
6	**FAS** (Пожарная сигнализация)	Главный компьютер FAS в диспетчерской	RJ45	Каждый FEP — 1 интерфейс Главный FEP — +1 интерфейс для синхронизации времени
7	**CLK** (Синхронизация времени)	Клеммы коммутационного щитка связи	Экранированная витая пара (≥ Cat 5)	Каждый FEP — 1 интерфейс
8	**MDF** (Передающая система)	Внешняя сторона оптоволоконного коммутатора MDF	FC / одномодовое волокно	Каждый коммутатор — 2 оптоволоконных локальные сети
9	**UPS EF2** (Аварийное питание)	Клеммы распределительного шкафа EF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
10	**UPS BF2** (Резервное питание)	Клеммы распределительного шкафа BF2	RJ45, неэкранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
11	**PIS** (Информирование пассажиров)	Клеммы коммутационного щитка связи	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
12	**AFC** (Продажа билетов)	Клеммная колодка комплексного распределителя AFC	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс
13	**ACS** (Контроль доступа)	Клеммная колодка сборки ACS	RJ45, экранированная витая пара	Каждый FEP — 1 интерфейс

8.5.1. Особенности интерфейса с PSD

В шкафах TIAS и PSD устанавливаются по 2 комплекта оптоволоконных конвертеров.
Питание конвертеров в шкафу PSD — от системы PSD.
В шкафу PSD — терминальные коробки TIAS.
Для аварийного управления через IBP прокладываются контрольные кабели 2×WDZN-KYJY 10×2.5.

8.6. Интерфейсы IBP-панели

Все подключения между IBP-панелью и смежными системами выполняются на внешней стороне клеммной колодки IBP, расположенной в диспетчерской станции.

Схема подключения клеммной колодки предоставляется поставщиком оборудования IBP. Питание всех подключённых систем обеспечивается соответствующими специализированными системами, не через IBP.

8.7. Электропитание

Система TIAS питается от источника бесперебойного питания (UPS). Резервный источник обеспечивает автономную работу системы в течение 1 часа при полном отключении основного питания.

8.8. Заземление

Применяется комбинированная система заземления (тип TN-S или эквивалент, в зависимости от проекта). Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 1,0 Ом. В помещении интеграции слаботочных систем устанавливаются распределительные коробки заземления. Прокладка рабочих заземляющих проводников от коробок к шкафам TIAS — в ведении подрядчика по TIAS. Прокладка кабелей питания от шкафа UPS станции до распределительного шкафа TIAS — в ведении специалистов по электроснабжению и освещению.

9. Межсистемная интеграция

9.1.1. Взаимодействие со специалистами по электроснабжению

Точка разграничения

Нижний вывод автоматического выключателя в НРУ 0,4 кВ подстанции.

Всё ниже — в ведении специалистов по силовому освещению (кабели, щиты, защита). Защита согласовывается совместно.

Отключение при пожаре

Специалисты по силовому освещению формируют сигнал на отключение неаварийных нагрузок. Фактическое отключение — в НРУ 0,4 кВ силами электромонтажников по согласованию с FAS.

Питание подстанции

Розетки и осветительные коробки на промежуточном этаже подстанции питаются от нижнего вывода АВ переменного тока. Кабели от АВ до оборудования — в ведении силового освещения.

Кабельные опоры

В межэтажных зонах подстанции и под платформой проектируются электроснабжением.

Общие магистральные опоры — электромонтажом;

Прокладка в зонах без опор — специалистами по соответствующей системе.

Заземление и молниезащита

Электроснабжение проектирует комплексную систему заземления и предусматривает клеммные колодки для силовых и слаботочных систем. Силовое освещение выполняет заземление шинопроводов и подключает их к общей системе.

Заземление оборудования — специалистами по соответствующим системам.

Молниезащита — в ведении силового освещения, использует общий заземляющий контур.

9.1.2. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Силовое освещение предоставляет блоки АВР (переключения двух источников) для оборудования UPS.

Входные кабели и АВР — проектируются силовым освещением.

Вывод от АВР к оборудованию UPS — в ведении интегратора слаботочных систем.

Силовое освещение также прокладывает кабели от UPS до всех слаботочных систем.

9.1.3. Взаимодействие с FAS

Питание FAS — от блока АВР, точка разграничения — выход АВР;

В помещениях слаботочных систем — предусматриваются заземляющие клеммные колодки;

Подключение оборудования — специалистами по FAS;

Интерфейс управления — вторичная клеммная колодка в локальном шкафу FAS.

9.1.4. Интерфейсы с BAS, TIAS, ACS, AFC связью и сигнализацией

Питание слаботочных систем:

Кабели от клемм UPS до ввода в блоки питания — в ведении силового освещения;

Точка подключения — верхний вывод АВ в шкафу слаботочных систем.

Питание AFC:

Одна линия 380 В подаётся к клеммам блока управления электрообогревом AFC.

Заземление:

В помещениях слаботочных систем — клеммные колодки;

Подключение — специалистами по соответствующим системам.

Управление BAS:

Интерфейс — вторичная клеммная колодка в шкафу управления вентилятором.

9.1.5. Взаимодействие с вентиляцией и кондиционированием

***Таблица 9.1**: Взаимодействие с вентиляцией*

Вентиляторы	Клеммы двигателя	Силовое освещение — питание
Противопожарные клапаны	Входные клеммы блока управления клапаном	Силовое освещение — питание
Мультизональная сплит-система VRV	- Наружный блок: клеммы двигателя - Внутренний блок: розетка - Групповой контроллер: входные клеммы	Силовое освещение — питание всех компонентов
Электрические обогреватели	Клеммы двигателя и контроллера	Силовое освещение — питание
Электрические тепловые завесы	Входной клеммный блок локального шкафа управления	Силовое освещение — питание и прокладка до шкафа

9.1.6. Взаимодействие с водоснабжением и водоотведением

Насосы:

Питание — до входного АВ в шкафу управления насосом;

Кабель от шкафа до насоса — силовое освещение;

Шкаф и кабель насоса — поставщиком.

Система электрообогрева труб:

Питание — до входного АВ блока управления.

Уровнемеры и манометры:

Датчики и контрольные линии — поставщиком;

Стальные трубы для прокладки проводов — силовое освещение.

Разделение инженерных интерфейсов

- **Интерфейс системы водоснабжения:**
  Точка подключения к городской водопроводной сети расположена в водомерном колодце №6.
- **Интерфейс системы канализации:**
  Точка подключения к городской системе водоотведения (как для дождевой, так и для бытовой канализации) находится в первом колодце дренажной системы (не включая его).
- **Интерфейсы систем водоснабжения и водоотведения**:
  (1) Точка подключения к городской системе дождевой канализации — в первом колодце

дренажной системы (не включая его).
(2) Система водоотведения с кровли (как самотечная) передаётся в компетенцию специалистов по фасадным конструкциям.
(3) Для отвода дождевой воды с прилегающей территории (вдоль отмостки) требуется устройство сброса в городскую систему водоснабжения (в случае необходимости).

9.1.7. Взаимодействие с лифтами и эскалаторами

На входе в контрольный блок предусмотрен резерв 5 м кабеля;
Освещение шахт лифтов и зон под эскалаторами, а также розетки для ремонта — питание от резервного источника;
Светильники и розетки поставляются и монтируются производителем эскалаторов/лифтов.

9.1.8. Интерфейс с системой платформенных дверей (PSD)

Питание — два источника, точка разграничения — нижний вывод АВР;
В помещениях PSD — заземляющие клеммные колодки;
Подключение оборудования — специалистами по PSD.

9.1.9. Взаимодействие с железнодорожными специалистами

Предварительная установка стальных труб для освещения по требованиям силового освещения, выполняется железнодорожниками.

Резервное питание для системы снегоудаления от шкафа АВР в помещении снегоочистки.

9.1.10. Взаимодействие со строителями

Силовое освещение предоставляет данные по:

- размерам и расположению электропомещений;
- траншеям, каналам, отверстиям, закладным деталям для кабелей и заземления.

9.1.11. Взаимодействие с отделкой

Отделка предоставляет схемы освещения и размещения рекламы. Силовое освещение проверяет освещённость и обеспечивает питание до всех точек.
Питание:
Общественные зоны и фасад — от нижнего вывода щита станции;
Межстанционные мосты — от щита перегона.
Электрические люки:
Двойной АВР — силовое освещение;
Прокладка до шкафа управления — силовое освещение;
От шкафа до люка — производитель люка.

9.1.12. Взаимодействие с комплексными инженерными сетями

Силовое освещение предоставляет требования к габаритам и трассам. Специалисты по комплексным сетям обеспечивают рациональную, обслуживаемую прокладку кабелей.

9.1.13. Взаимодействие с освещением перегонов

В распределительном помещении платформы устанавливаются:

- Главный щит ремонта перегона;
- Главный щит освещения перегона.
- Питание перегона — от этих щитов;
- Управление освещением — через BAS.

9.1.14. Взаимодействие с указательной сигнализацией

Питание знаков от нижнего вывода распределительного АВ в помещении станции;
Прокладка кабелей и защитных труб — в ведении специалистов по указательной сигнализации.

9.2. Интерфейсы системы BAS

9.2.1. Общие принципы

Все интерфейсы — жёсткие проводные соединения (контакты, клеммы);
BAS прокладывает трубы от своего шкафа управления до оборудования смежных систем.

9.2.2. Перечень интерфейсов

Таблица 9.2: *Перечень подключаемого оборудования инженерных систем управляемого посредствам слаботочных систем*

EPS	Клеммы шкафа EPS в распределительном помещении	BAS — прокладка до EPS
Освещение	Распределительные коробки освещения	BAS — прокладка до коробок
Вентиляторы	Клеммы шкафа управления вентиляторами	—
Противопожарные клапаны	Клеммы корпуса клапана	—
Электрические клапаны	Клеммы ручного блока управления	—
Электрообогреватели	Клеммы обогревателя	—
Тепловые завесы	Клеммы шкафа управления завесой	—
Насосы	Распределительные коробки насосов	Включая пожарные насосы и дренаж
Дистанционные водомеры	Сам водомер	—
Клапаны пожарного водопровода	Клеммы привода клапана	—
Лифты и эскалаторы	Клеммы контроллера в основании	—
FAS	Коммуникационный порт контроллера FAS в диспетчерской	BAS — прокладка до FAS
TIAS	Клеммы шкафа PLC станции	TIAS — прокладка от своего шкафа до PLC
IBP	Коммуникационный модуль в панели IBP	Для связи с FAS, VRV, TIAS

Примечание: В пункте о «новом электрическом вентиляторе» указано подключение к «шкафу управления электронагревателем». Рекомендуется уточнить у проектировщика: речь идёт о вентиляторе или обогревателе.

9.2.3. Интерфейс с системой ИБП (UPS)

Точка интерфейса — входной АВ распределительного щита BAS в помещении слаботочных систем;
Прокладка кабелей от UPS до BAS — компанией Dongzhao;
Распределение внутри BAS — специалистами BAS.

9.2.4. Заземление BAS

Подключение к заземляющему терминальному блоку в помещении слаботочных систем;
Прокладка заземляющих проводников от блока до оборудования специалистами BAS.

9.2.5. Заключительные положения

Все строительные работы должны выполняться в строгом соответствии с проектной документацией. При производстве работ обязательны соблюдение технических требований и действующих нормативов Республики Казахстан. Чертежи углублённого проектирования (фасады, кровля, узлы) разрабатываются квалифицированным подрядчиком на основании настоящего сборника и утверждённых технических заданий. Такие чертежи подлежат согласованию и подписанию генеральным подрядчиком и проектировщиками для обеспечения:

единства архитектурного и конструктивного решения,
технологичности монтажа,
соответствия нормативным требованиям.

10. Проектирование систем защиты станций от стихийных бедствий

10.1. Степень огнестойкости

Проект строительства линии скоростного трамвая в Астане разработан в соответствии с китайскими стандартами. Станции линии — надземные. Основная часть станций и наземные входы имеют степень огнестойкости II, подземные насосные — степень огнестойкости I. Огнестойкость всех строительных конструкций станций должна соответствовать требованиям действующих «Норм пожарной безопасности для строительства зданий» и настоящего проектного описания. Для отделки общественных зон станций и помещений для обслуживания оборудования должны использоваться негорючие материалы (особенно навесов и путей эвакуации).

10.2. Проезжая часть для пожарных машин

Основная часть станции расположена над городскими дорогами, которые используются для формирования кольцевой пожарной проезжей части, что соответствует требованиям пожарной безопасности. Для организации тушения пожара с применением основной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены проездами для пожарной техники и располагаться в соответствие со следующими требованиями:

- Вдоль одной из продольных сторон участков перегонов следует предусмотреть проезды для пожарной техники, располагаемые на расстоянии не менее 2 м и не более 50 м от края проездов до прилегающих к проездам границ вертикальной проекции соответствующих участков перегонов;
- Каждая станция должна быть обеспечена пожарными проездами с одной из продольных сторон первых этажей основной части указанных станций на расстоянии не менее 2 м от края проездов до фасадов станций в уровне их первых этажей (в т.ч. частей здания с размещением входных групп) и не более 25 м от каждого из входов в станцию;

Примечание: Не допускается установка пожарных гидрантов на участках автомобильных дорог общего пользования (пожарных проездах), расположенных непосредственно под вертикальной проекцией надземных этажей станций и пешеходных галерей.

В целях создания условий для осуществления аварийно-спасательных работ силами личного состава пожарных подразделений посредством специальной пожарной техники, здания и сооружения должны быть обеспечены пожарными подъездами и (или) площадками для установки пожарной техники (участками пожарных подъездов), а также следующим требованиям:

- С одной из сторон перегонов необходимо предусмотреть пожарные подъезды;
- У фасадов станций, имеющих открываемые окна помещений с постоянным пребыванием людей и (или) общественных зон, предназначенных для массового пребывания пассажиров, расположенных на высоте более 10 м, должны быть предусмотрены пожарные подъезды.

10.3. Противопожарные отсеки

Платформа станции расположена над залом станции, высота здания не превышает 24 м.

Станция разделена на 6 противопожарных отсеков:

Отсек №1: платформы и общественные зоны вестибюля, общая площадь — 2464,66 м².

Помимо выхода А, на уровне вестибюля предусмотрены 2 аварийных выхода, ведущих непосредственно на улицу.

Отсек №2: помещения управления оборудованием на уровне вестибюля в зоне с малым пробегом (оси 1–6), площадь — 1156,748 м². Имеется 2 аварийных выхода: один — на открытую площадку, другой — в соседний противопожарный отсек.

- Если эвакуационные двери расположены между двумя аварийными выходами, расстояние до ближайшего выхода не должно превышать 40 м.
- Если помещение расположено по обе стороны или в конце тупикового коридора, расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 22 м.

Отсек №3: помещения управления оборудованием расположенные в юго-западной части платформы, площадь — 51,04 м², без персонала. Эвакуация осуществляется в соседние противопожарные отсеки через 2 аварийных выхода.

Отсек №4: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 43,32 м², без персонала. Эвакуация — в соседний отсек или в межотсечную зону.

Отсек №5: помещения оборудования в северо-западной части платформы, площадь — 61,05 м², без персонала. Эвакуация — аналогично отсеку №4.

Отсек №6: помещения оборудования в северо-восточной части платформы, площадь — 40,41 м², без персонала.

Каждый противопожарный отсек должен быть отделён от других противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 3 часов. Общественные зоны вестибюля и платформы образуют один отсек площадью не более 5000 м². Максимальная площадь каждого отсека в зоне управления оборудованием — не более 2500 м². Схема противопожарных отсеков приведена на планах этажей. В любой точке общественных зон платформ и вестибюлей расстояние до ближайшего аварийного выхода не должно превышать 50 м.

10.4. Противопожарные конструкции

Противопожарные стены между смежными отсеками выполняются из автоклавного газобетона толщиной 200 или 300 мм с пределом огнестойкости 3 часа. Противопожарные двери на этих стенах — класса А. Смотровые окна - фиксированные противопожарные окна класса А (теплоизоляционного типа).

Все противопожарные двери:

- оборудованы доводчиками с функцией самозакрывания;
- открываются в направлении эвакуации;
- могут открываться вручную с обеих сторон;
- при открытии образуют угол 90° со стеной для обеспечения требуемой ширины эвакуационного пути;
- доводчики устанавливаются с внутренней стороны двери.

Помещения с важным оборудованием (диспетчерская, подстанция, распределительная, слаботочные помещения, вентиляторная, насосная и др.) отделяются от других помещений:

перегородками с пределом огнестойкости не менее 2 часов;

перекрытиями — не менее 1,5 часов.

Проходы трубопроводов, кабелей и воздуховодов через перегородки и перекрытия должны быть герметично заделаны негорючими материалами.

10.5. Незадымляемые зоны

Станция надземная, платформы расположены над залом. Платформы и общественные зоны оборудованы естественной вентиляцией. Помещения для оборудования имеют окна, выходящие на наружные стены. Противодымные перегородки изготавливаются из негорючих материалов класса А и соответствуют требованиям метода испытания огнестойкости (GB/T 9978, аналог ГОСТ 30244-94): при температуре (620 ± 20) °С в течение 30 минут их целостность не нарушается. При использовании плоского или решётчатого подвесного потолка с коэффициентом пропускания воздуха < 25% перегородки должны выступать из-под потолка на 500 мм и доходить до нижней кромки несущей плиты. При коэффициенте пропускания ≥ 25% перегородки опускаются от плиты перекрытия до верхней кромки решётчатого потолка.

10.6. Безопасная эвакуация

Между платформой и вестибюлем установлены:

- 4 лестницы шириной по 2000 мм;
- 2 эскалатора для подъёма и 2 — для спуска, каждый шириной 1000 мм.

Из общественных зон предусмотрены:

- пешеходный мост шириной 5,4 м;
- выход А: лестница (1,2 м), эскалатор вверх (1 м), эскалатор вниз (1 м), плюс две лестницы по 1,2 м.

Общая пропускная способность путей эвакуации выходов соответствует расчётной нагрузке платформ и вестибюля.

10.6.1. Противопожарные расстояния

Основная часть станции расположена в центре дороги. Расстояние до ближайших зданий около 58 м, до пешеходного моста у выхода В 27 м. Все расстояния соответствуют требованиям пожарной безопасности.

10.6.2. Противопожарное проектирование стальных конструкций

Проект соответствует:

- «Противопожарным нормам для строительных конструкций» GB 50016-2014 - СП РК 2.02-101-2022(не противоречит)
- «Техническим правилам применения противопожарных покрытий для стальных конструкций» CECS 24.
- Требуемая степень огнестойкости — II.

Меры защиты

Зазоры между противопожарными стенами и стеклянными фасадами — разделены огнестойкими гипсокартонными плитами (≥3 ч).

Места соединения зала и платформы — межэтажные перегородки из оцинкованной стали с минераловатным заполнением (≥1,5 ч).

Стальные конструкции защищены огнестойкой краской. Детали — в чертежах КМ.

10.6.3. Меры по предотвращению затопления

Полы входов и проходов подняты на 450 мм выше уровня прилегающей территории. Высота станции 118 назначена с учётом рельефа дороги (середина выше бортов), чтобы обеспечить сток воды и исключить затопление.

10.6.4. Безопасность и защита от несанкционированного доступа

На входах — двойные распашные двери; в вестибюле — раздвижные.

В нерабочее время входы закрываются; сохраняется возможность перехода по пешеходному мосту.

Установлены камеры видеонаблюдения с круглосуточным мониторингом.

10.6.5. Противодымная защита и дымоудаление

В общественных зонах и на пешеходных мостах применяется естественное дымоудаление через открывающиеся окна, связанные с системой пожарной сигнализации.

Таблица 10.1: *Система пожарной сигнализации*

Выход А (общ. зона)	265	13,25	17,64	✅
Выход А (зона МГН)	47	2,35	3,36	✅
Выход В (общ. зона)	496	24,8	25,36	✅
Выход В (зона МГН)	60	3,00	5,76	✅
Другие участки моста	347	17,35	20,28	✅

- Все зоны соответствуют нормам. Окна оснащены электромеханическими приводами и открываются автоматически при пожаре.

10.6.6. Дополнительные противопожарные конструктивные меры

Эскалаторы: нижняя часть и механические узлы обшиты негорючими материалами (≥2 ч). Если под эскалатором расположены помещения — они отделяются стенами (≥3 ч) и перекрытиями (≥2 ч).

Отверстия в перегородках, перекрытиях, стенах — герметично заделываются огнестойкими материалами (минеральная вата, газобетонные блоки ≥200 мм, огнестойкие растворы).

Противопожарные рольставни:

- устанавливаются на несущих конструкциях;
- предел огнестойкости — не менее 3 часов;
- оборудованы функцией остановки и автоматического закрытия.

Монтажные отверстия: закрываются стальными или железобетонными крышками с пределом огнестойкости ≥1–2 часов.

Доводчики и синхронизаторы: обеспечивают самозакрывание и последовательное открывание двустворчатых дверей.

10.6.7. Оснащение первичными средствами пожаротушения

Принцип размещения: Размещение огнетушителей в соответствии с проектом «Проектирование установок пожаротушения» (GB50140-2005) помещений станции выполняется в соответствии с СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Класс пожарной нагрузки: Основной класс пожара на объекте – А (твердые горючие вещества). Имеется также наличие электрооборудования, что предполагает возможность возникновения пожара класса Е (электрооборудование под напряжением). Огнетушители, предназначенные для тления электроустановок, должны применяться только после обесточивания.

Тип огнетушителей: Приняты порошковые огнетушители с зарядом на основе фосфорно-аммонийных солей. Рекомендуемая масса заряда – 5 кг.

Максимальная защищаемая площадь: Максимальная площадь, защищаемая одним переносным огнетушителем – 15 м².

Размещение огнетушителей: Количество огнетушителей определяется расчетом. Приоритетное место размещения – пожарные шкафы. Если требуемое расстояние от возможного очага пожара до огнетушителя не обеспечивается, допускается размещение в навесных огнетушительных щитах. Запрещается произвольная установка огнетушителей на конструкциях.

Требования к размещению:

- Огнетушители должны размещаться в легко доступных местах, не мешая эвакуации.
- На огнетушители, установленные в местах с плохой видимостью, должны быть установлены световые указатели.
- Огнетушители должны быть надежно установлены, не допускается их наклон.
- Ручные огнетушители должны размещаться в пожарных шкафах или на специальных кронштейнах, высота верхней точки огнетушителя от пола не должна превышать 1,50 м; высота нижней точки от пола не должна быть менее 0,08 м.
- Огнетушители не должны быть заперты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в влажных или влажных местах. В случае необходимости установки — должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты.
- Огнетушители не должны устанавливаться в помещениях с температурой, превышающей допустимую (для порошковых огнетушителей — диапазон от –20 °C до +50 °C).
- Установка огнетушителей и их размещение должны соответствовать требованиям «Правил размещения огнетушителей» (GB50140-2005).
- Учитывая суровые климатические условия, размещение порошковых огнетушителей на открытом воздухе не допускается.

Прочие вопросы размещения регламентируются СП «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

10.6.8. Система противопожарного водопровода (см. Раздел ВК «система противопожарного водопровода»)

Перечень приложений

1. Справка об отсутствии скотомогильников

2. Справка о санитарно-защитных зон, источников водоснабжения

3. Справка об отсутствии захоронений сибирской язвы

4. Справка об отсутствии влияния санитарно-защитных зон

5. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос 2

6. Справка от отсутствия водоохранных зон и полос

7. Справка об отсутствии сибирской язвы