

РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КАПИТАЛА

2025

Департамент банковского регулирования

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>Сокращения в тексте</u>	3
<u>Введение</u>	4
<u>1. Кредитный риск</u>	6
1.1 Управление кредитными рисками: подход IRB согласно стандартам Базеля	7
1.2 Структура ASRF	10
1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков	14
<u>2. Рыночный риск</u>	20
2.1 Ретроспективные подходы к расчету риска: Historical Simulation VaR	21
2.2 Ретроспективные подходы к расчету риска: Delta-Normal VaR	22
2.3 Перспективные подходы к расчету риска	26
2.4 Метод исторической симуляции с учетом взвешенной волатильности	26
2.5 Модель экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA) для прогноза волатильности	27
2.6 Модель обобщённой авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH)	28
2.7 Expected shortfall (ES)	30
2.8 Проведение бэк-тестирования для валидации модели VaR	31
<u>3. Процентный риск в банковской книге (IRRBB)</u>	34
3.1 Стандартизированные сценарии шоков процентных ставок	35
3.2 Стандартизированный подход к расчету EVE	38
3.3 Досрочное погашение по займам с фиксированной ставкой	39
3.4 Досрочное закрытие вкладов с фиксированной ставкой	40
3.5 Расчет изменения EVE	41
<u>4. Операционный риск</u>	43
4.1 Basic Indicator Approach (BIA)	45
4.2 Standardised Approach (SA)	46
4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)	48
4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)	52
4.5 Преимущества SMA подхода по сравнению со подходами BIA, SA, AMA	56
<u>5. Валидация моделей</u>	58
5.1 Ключевые элементы комплексной валидации	58
<u>Заключение</u>	64
<u>Библиография</u>	65

СОКРАЩЕНИЯ В ТЕКСТЕ

Правила №188	ПП НБРК №188 от 12 ноября 2019 года «Об утверждении Правил формирования системы управления рисками и внутреннего контроля для банков второго уровня, филиалов банков – нерезидентов РК»
Правила №170	ПП НБРК №170 от 13 сентября 2017 года «Об установлении нормативных значений и методик расчетов пруденциальных нормативов и иных обязательных к соблюдению норм и лимитов, размера капитала банка и Правил расчета и лимитов открытой валютной позиции»
Правила №269	ПП НБРК №269 от 22 декабря 2017 года «Об утверждении Правил создания провизий (резервов) в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности и требованиями законодательства Республики Казахстан о бухгалтерском учете и финансовой отчетности»
ПВП (internal ratings-based approach)	Подход на основе внутренних рейтингов
CCF (credit conversion factor)	Конверсионный коэффициент
EAD (exposure at default)	Величина кредитного требования, подверженная риску дефолта
EL (expected losses)	Величина ожидаемых потерь (убытков)
UL (unexpected losses)	Величина непредвиденных (неожидаемых) потерь (убытков)
Probability of Default (PD)	Вероятность наступления дефолта
Loss given Default (LGD)	Убыток в случае дефолта
M (maturity)	Срок до погашения кредитного требования
ORC	Значение капитала для покрытия операционного риска
BI	Бизнес-индикатор, который является показателем операционного риска, основанным на финансовой отчетности
BIC	Компонент бизнес-индикатора, средняя величина BI за последние 3 года
ILM	Коэффициент внутренних потерь, учитывающий средние исторические потери Банка
ILDC	Средняя величина компонента процентного дохода от всех финансовых активов и прочего процентного дохода, лизинга и дивидендов за последние 3 года
LC	Компонент потерь
SC	Средняя величина компонента услуг за последние 3 года
FC	Средняя величина финансового компонента за последние 3 года
RWA	Активы, взвешенные по степени риска

ВВЕДЕНИЕ

Управление рисками является ключевым элементом устойчивого развития банковской системы и финансовой стабильности в целом. Современные вызовы, такие как растущая рыночная волатильность, ужесточение регуляторных требований и повышенные ожидания со стороны заинтересованных сторон, требуют от банков внедрения комплексных подходов к идентификации, оценке и управлению существенными видами рисков. В этом контексте концепция внутреннего капитала приобретает особую значимость, становясь неотъемлемым элементом эффективного корпоративного управления.

Внутренний капитал (экономический капитал) представляет собой расчетную величину, позволяющую банкам определять объем средств, необходимых для покрытия рисков, исходя из их специфики, структуры активов, кредитного портфеля и текущих макроэкономических условий. Этот инструмент выходит за рамки минимальных регуляторных требований, предоставляя банкам гибкость в адаптации подходов к оценке рисков в соответствии с их бизнес-моделями и стратегиями. Ниже представлено сравнение экономического и регуляторного капитала:

Критерий	Экономический капитал	Регуляторный капитал
Цель	Внутреннее управление рисками и эффективностью	Соответствие требованиям регулятора (АРРФР и Базель III)
Основа расчета	Модельная оценка всех значимых рисков на заданном уровне доверия	Методики, установленные регулятором
Уровень доверия	Как правило, выше (например, 99,9%)	Стандартный (например, 99,0% или 97,5%)
Виды рисков	Все существенные, в т.ч. специфические: репутационный, стратегический	Только те, что отражены в нормативных документах
Гибкость	Высокая — подстраивается под профиль и стратегию банка (применение различных подходов для оценки рисков)	Низкая — жёстко задан методикой
Использование	Управление капиталом, RAROC, аллокация между подразделениями, ценообразование, принятие управленческих решений	Контроль со стороны регулятора, соответствие нормативам
Роль в стратегии	Помогает принимать решения на основе доходности и рисков	Минимально достаточная «подушка» для соответствия требованиям

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны для оказания практической поддержки банкам в разработке и внедрении системы внутреннего капитала. Документ имеет следующие цели: разъяснение ключевых принципов внутреннего капитала с учетом передовой международной практики, включая стандарты Базельского комитета по банковскому надзору (BCBS) и Европейского банковского управления (ЕБА); описание методов оценки основных категорий рисков, таких как кредитный, рыночный, процентный и операционный, для формирования внутреннего капитала; предоставление инструментов, позволяющих интегрировать внутренний капитал в бизнес-процессы банка; а также обеспечение практической применимости предложенных подходов.

Глобальные финансовые кризисы 2008 и 2020 годов подчеркнули необходимость совершенствования управления рисками и разработки устойчивых механизмов защиты капитала банков. В ответ международные регуляторы усилили требования к капиталу и прозрачности банковской деятельности. Базель III и последующие регуляторные инициативы акцентируют внимание на важности использования внутренних подходов для оценки рисков, что позволяет банкам более точно учитывать их уникальные характеристики. Внутренние подходы включают разработку собственных моделей оценки кредитного, рыночного, операционного и других видов рисков, с учётом специфики бизнес-модели банка, структуры активов и поведения клиентов. Такие модели обеспечивают более точную количественную и качественную оценку рисков, что делает управление капиталом более осознанным и адаптированным к реальному уровню принимаемых рисков.

Введение внутреннего капитала позволяет банкам не только эффективно управлять рисками, но и интегрировать результаты оценки в стратегическое планирование. Процесс ICAAP (Internal Capital Adequacy Assessment Process) способствует более точной оценке совокупного риска и укреплению устойчивости банков к внешним и внутренним вызовам. В рамках надзорного процесса SREP результаты оценки внутреннего капитала играют ключевую роль в определении достаточности капитала и качестве управления рисками.

При этом важно отметить, что цель оценки экономического капитала заключается в первую очередь в формировании целостного и обоснованного взгляда на риски, присущие деятельности банка, а не в достижении максимальной точности оценки рисков. Как подчеркивал лауреат Нобелевской премии по экономике Фридрих фон Хайек (1974г.), «лучше приблизительное, но верное знание, чем точное, претендующее на истинность, но неверное». В контексте экономического капитала это означает, что лучше иметь модели неточного экономического капитала, которые полноценно используются в таких процессах, как ценообразование, принятие решений (например, голосование в

ВВЕДЕНИЕ

кредитных и других комитетах банка) и вознаграждение тех, кто принимает риски, а также аллокация совокупного риска (всего экономического капитала) между бизнес-подразделениями, чем иметь модели для точной оценки, которые нигде не используются. Это обеспечивает гораздо большую гарантию устойчивости банка.

Таким образом, даже приближённые оценки экономического капитала, если они активно используются в управленческих и стратегических процессах, способны существенно повысить устойчивость банка, в отличие от формально точных моделей, не интегрированных в принятие решений. ЭК, таким образом, выступает не только как инструмент количественного измерения рисков, но и как средство повышения осознанности и качества управления на всех уровнях.

Данный документ призван стать практическим инструментом для банков, помогая им не только адаптироваться к изменяющимся регуляторным требованиям, но и улучшить внутренние процессы принятия решений, повысить устойчивость к системным шокам и укрепить доверие со стороны заинтересованных сторон. Внедрение систем внутреннего капитала позволит банкам повысить свою конкурентоспособность и внести вклад в обеспечение стабильности финансовой системы в целом.

1. КРЕДИТНЫЙ РИСК

Базель II, являющийся основой современной банковской системы регулирования, состоит из трех столпов, из которых первый столп устанавливает количественные правила для минимальных требований к капиталу. В рамках первого столпа определяются подходы к расчету капитала для кредитных, рыночных и операционных рисков.

Наиболее простой метод оценки кредитного риска – стандартизированный подход – основывается на использовании справочных таблиц. Этот подход позволяет банкам рассчитать активы, взвешенные с учетом кредитного риска, путем применения заданных коэффициентов риска к подверженностям, классифицированным по типу и рейтингу.

Для банков, стремящихся к развитию и внедрению более точных и сложных систем управления рисками, предусмотрена возможность перехода на более продвинутые методы расчета кредитного риска. Эти подходы, известные как подходы, основанные на внутренних рейтингах (IRB), опираются на внутренние данные, разработанные банком.

1. КРЕДИТНЫЙ РИСК

IRB включает два уровня: базовый (Foundation IRB) и продвинутый (Advanced IRB). Основное отличие между ними заключается в степени использования внутренних оценок банка. В рамках базового IRB банк самостоятельно оценивает PD, в то время как остальные параметры – величина подверженности риску EAD, уровень потерь в случае дефолта LGD и срок до погашения M – предоставляются регулятором.

В продвинутом IRB банк использует внутренние оценки для всех четырех компонентов, при условии соответствия строгим количественным и качественным требованиям.

Использование подхода, основанного на внутренних рейтингах (IRB), отражает лучшие международные практики оценки кредитного риска. Этот метод позволяет банкам не только более точно рассчитывать внутренний капитал для целей ICAAP, но и эффективно определять риск-аппетит, используя передовые подходы к управлению рисками.

Настоящее руководство разработано на основе лучших международных практик и рекомендаций, с акцентом на использование функции весов риска, основанной на четырех ключевых компонентах: PD, EAD, LGD и M.

Документ также раскрывает основные принципы и преимущества внедрения продвинутого IRB, как инструмента повышения качества управления кредитным риском и принятия обоснованных стратегических решений.

1.1 Управление кредитными рисками: подход IRB согласно стандартам Базеля

В процессе кредитования нередко встречаются случаи, когда заемщики не выполняют свои обязательства по выплате процентов и возврату основного долга. Даже при стабильном качестве кредитного портфеля годовые убытки банка могут значительно колебаться в зависимости от количества и масштабов дефолтов. Такие колебания формируют распределение, отражающее вероятностный характер убытков банка.

На Рисунке 1 показана динамика изменения убытков во времени, что позволяет банкам оценить риски и предугадать возможные финансовые потери в зависимости от ситуации.

1.1 Управление кредитными рисками: подход IRB согласно стандартам Базеля

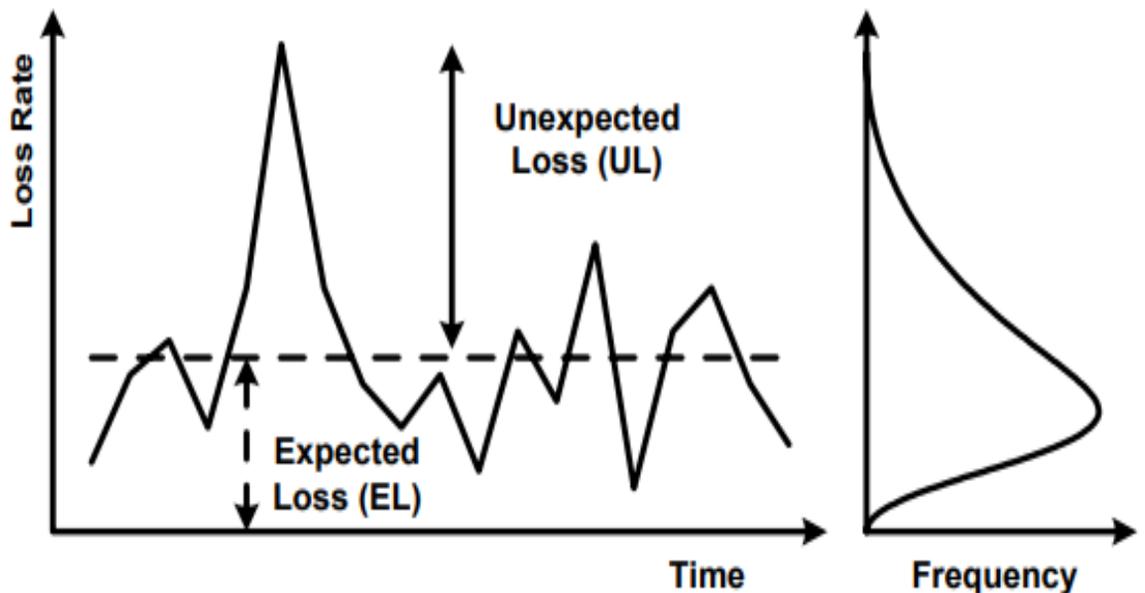


Рисунок 1. Динамика убытков во времени

В сфере кредитования невозможно точно предсказать убытки, которые банк понесет в определенный год. Однако банк может прогнозировать средний уровень кредитных убытков, которые ожидаются в обычных условиях. Эти предсказанные убытки называются ожидаемыми убытками EL и обозначены на Рисунке 1 пунктирной линией.

Одна из ключевых функций банковского капитала — обеспечение «буфера» для защиты кредиторов от убытков, которые могут значительно превысить ожидаемый уровень. На Рисунке 1 такие убытки представлены пиками выше пунктирной линии, показывающей средний уровень ожидаемых убытков. Эти убытки, превышающие прогнозируемый уровень, называются непредвиденными убытками (Unexpected Losses, UL) и могут возникнуть в результате неожиданно неблагоприятных событий.

Максимальные убытки случаются редко, но в такие периоды они могут оказаться значительными. Поддерживать капитал на уровне, покрывающем эти максимальные убытки, невыгодно с экономической точки зрения. Вместо этого банки стремятся удерживать минимально необходимый капитал, чтобы сохранить достаточный резерв для защиты от рисков, высвобождая при этом ресурсы для более эффективных и прибыльных вложений.

1.1 Управление кредитными рисками: подход IRB согласно стандартам Базеля

Тем не менее, чем меньше капитала удерживает банк, тем выше вероятность, что он не сможет выполнить свои обязательства по долгам. Таким образом, банки должны тщательно сбалансировать риски и выгоды удержания капитала.

Существует несколько подходов для определения оптимального уровня капитала, который банк должен удерживать. Один из них — метод внутренней оценки (Internal Rating Based, IRB), предусмотренный стандартами Базель II. Этот подход учитывает допустимую частоту банкротств банков вследствие кредитных убытков, которую регуляторы считают приемлемой. Используя стохастические модели кредитного портфеля, можно определить уровень убытков, который будет превышен лишь с небольшой, заранее заданной вероятностью, обеспечивая необходимую защиту для стабильной работы банка.

Эта вероятность может рассматриваться как вероятность банкротства банка. Капитал устанавливается таким образом, чтобы гарантировать, что непредвиденные убытки превысят этот уровень капитала только с очень низкой, фиксированной вероятностью. Этот подход к установлению капитала иллюстрируется на Рисунке 2.

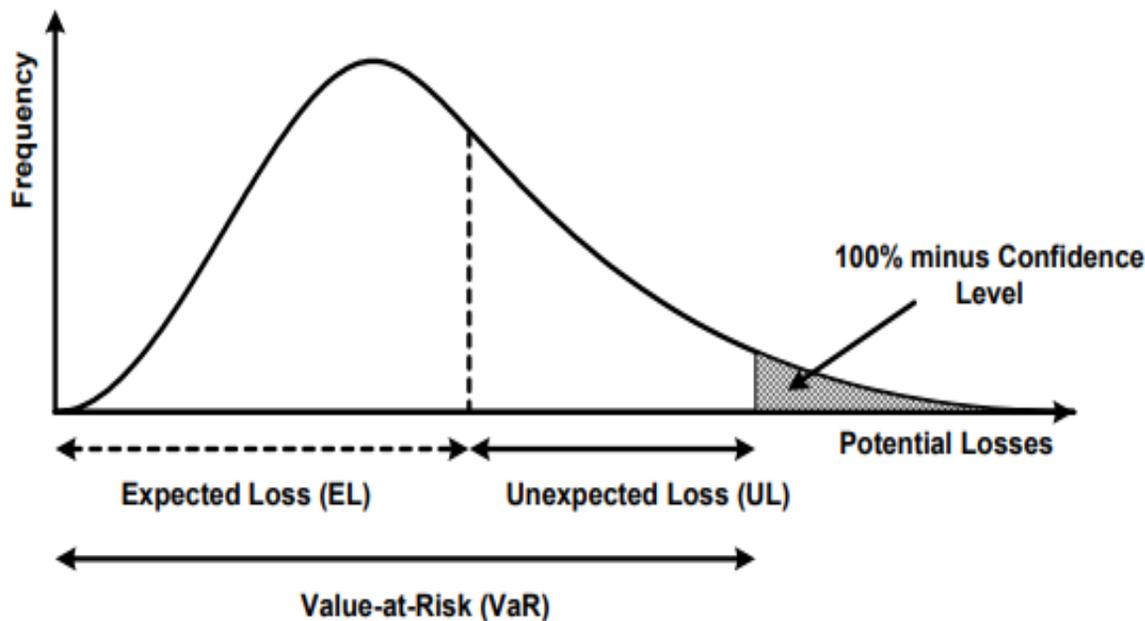


Рисунок 2. Вероятность убытков разного размера

Рисунок 2 представляет график, отображающий вероятность возникновения убытков различного размера в банке. Вся площадь под этой кривой составляет 100% вероятностей и называется графиком плотности вероятности.

1.1 Управление кредитными рисками: подход IRB согласно стандартам Базеля

Этот график иллюстрирует распределение убытков, показывая, с какой вероятностью убытки достигнут определенного уровня, что позволяет банкам лучше оценить потенциальные риски.

Кривая указывает на то, что меньшие убытки, которые примерно равны или чуть меньше ожидаемых убытков (Expected Loss - EL), встречаются чаще, чем большие убытки. Вероятность того, что убытки превысят сумму ожидаемого и непредвиденного убытка (Unexpected Loss - UL), представлена заштрихованной областью под кривой справа. Это могло бы означать, что банк не сможет выполнить свои кредитные обязательства из-за недостатка прибыли и капитала.

Если капитал банка определен так, что он покрывает разницу между EL и VaR, и EL покрывается резервами или доходами, то вероятность того, что банк сможет платить в течение года, равна уровню уверенности. Базель II предлагает именно такой подход для установления требований к капиталу.

В этой концепции ожидаемый убыток (EL) рассматривается не только с уровня всего портфеля, но и с точки зрения отдельных кредитов. EL можно вычислить, умножив вероятность дефолта заемщика на сумму долга в момент дефолта и потери, которые банк понесет при дефолте (то есть процент долга, который не будет возвращен).

Важно отметить, что банки не могут точно знать, сколько будет дефолтов в год, сколько будет долга в момент дефолта и каковы будут реальные потери. Эти величины случайны, но банки могут сделать прогнозы или оценки этих значений.

1.2 Структура ASRF

В моделях финансового риска, которые используются в Базель II, есть концепция, которая называется «Асимптотический однофакторный риск» или «ASRF». Это означает, что модель риска ориентирована на один основной фактор риска, который может повлиять на все элементы портфеля.

Для простоты понимания, допустим, у вас есть кредитный портфель, состоящий из множества различных займов. В этой модели ASRF, все риски, которые могут влиять на всех заемщиков (например, экономические условия, влияющие на все отрасли или регионы) представлены одним единственным рисковым фактором.

Если у вас есть очень большой портфель кредитов, то риски, связанные с каждым отдельным кредитом, обычно компенсируют друг друга, поэтому основной риск происходит от этого единого систематического фактора.

1.2 Структура ASRF

Выбор использования модели ASRF в Базель II не обозначает, что эта модель является лучшей – это было сделано просто из-за удобства и универсальности. Банкам все еще рекомендуется использовать модели риска, которые наиболее подходят для их специфических нужд и условий.

С помощью ASRF, банки могут оценить ожидаемые и неожиданные потери для каждого займа в портфеле. Это делается путем расчета «условного ожидаемого убытка», который умножает вероятность дефолта (шанс, что заемщик не вернет долг) на потери при дефолте (сколько банк потеряет, если заемщик действительно не вернет долг).

В модели ASRF, применяемой в Базель II, банки используют средние показатели вероятности дефолта (PD), которые отображают ожидаемые уровни невыплаты долгов при нормальных условиях бизнеса. Банки сами оценивают эти средние PD. Затем эти показатели PD преобразуются в так называемые «условные PD» с помощью специальной формулы. Условные PD отражают ожидаемые уровни невыплаты долгов при негативном сценарии, когда систематический рискованный фактор достигает определенного критического значения. Этот критический уровень риска применяется ко всему портфелю без учета разнообразия или концентрации отдельных займов в нем.

В отношении потерь при дефолте (LGD), Базель II не предлагает преобразовать «обычные» LGD в «условные» таким же образом, как с PD. Вместо этого, банкам предлагается сообщать LGD, которые отражают условия экономического спада, когда ожидается, что уровни потерь будут выше, чем при нормальных условиях бизнеса.

Таким образом, оценка условного ожидаемого убытка для каждого займа в портфеле определяется как произведение условного PD и «downturn» LGD. В рамках модели ASRF, общее количество финансовых ресурсов (капитал плюс резервы и списания), которые банк должен иметь, чтобы покрыть потенциальные потери по каждому займу, равно условному ожидаемому убытку по этому займу. Если сложить эти суммы по всем займам в портфеле, мы получим общее количество ресурсов, которые банку нужно иметь для достижения целевого уровня риска для всего портфеля.

1.2 Структура ASRF

$$X_{it} = S_t\sqrt{\rho} + Z_t\sqrt{1 - \rho}$$

Где:

X — некоторая случайная величина

S — систематический компонент

Z — идиосинкратический компонент, распределённый по $N(0, 1)$ — функция стандартного нормального (гауссовского) распределения

ρ — корреляция активов между двумя разными заёмщиками

Дефолт — $X_i < C$

C — функция PD в цикле (through-the-cycle)



Преобразование модели Васичека-Мерттона:

$$\Pr(X_i < C | S) = N\left(\frac{C - S\sqrt{\rho}}{\sqrt{1 - \rho}}\right) = N\left(\frac{N^{-1}(PD) - S\sqrt{\rho}}{\sqrt{1 - \rho}}\right)$$

Рисунок 3. ASRF модель (Уравнение Васичека – Мерттона)

Фактор S используется для оценки системного риска как скрытой переменной. Он обладает следующими характеристиками:

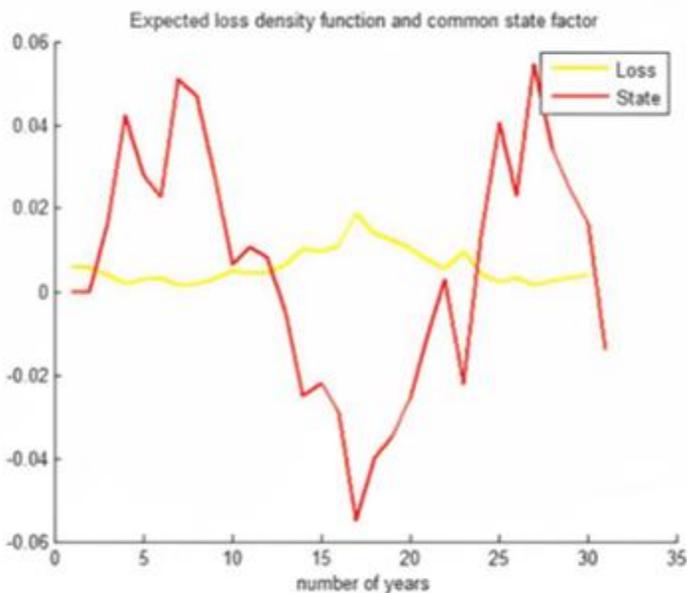
- (1) S — стандартная нормальная переменная со средним значением 0 и стандартным отклонением 1.
- (2) В нормальных условиях S не опускается в отрицательную область. В условиях стресса S значительно снижается, отражая рост системного риска.

Системный риск является ненаблюдаемой переменной, аналогичной потенциальному ВВП, и может быть оценен только через модельные подходы.

Фильтр Калмана применяется для оценки скрытых переменных, таких как S , через последовательное обновление на основе наблюдаемых данных. Он включает:

1. Предсказание текущего состояния на основе прошлых данных.
2. Обновление прогнозов при появлении новых данных, минимизируя ошибки.

1.2 Структура ASRF



- Фактор S (State) оценен с использованием фильтра Калмана
- S — это стандартная нормальная переменная со средним значением 0 и стандартным отклонением, равным 1
- В обычное время S не будет иметь больших отрицательных величин. В условиях стресса S будет более значительно опускаться в отрицательную территорию
- Системный риск является ненаблюдаемой переменной (по аналогии с потенциальным ВВП)

Рисунок 4. Пример системного фактора

Системный риск, как и многие макроэкономические показатели, сложно измерить напрямую, особенно в стрессовых условиях. Фильтр Калмана предоставляет эффективный инструмент для оценки динамики скрытых переменных, таких как S , на основе наблюдаемых данных. Однако модель испытывает сложности в стрессовых ситуациях из-за ограничений входных данных и изменчивости рыночных условий.

Стрессовые условия существенно усложняют анализ рисков из-за увеличения как вероятности дефолта, так и корреляции дефолтов. Традиционные подходы, основанные на моделях с нормальным распределением (модель Васичека), имеют ограничения, так как не учитывают специфику дискретных событий и их корреляцию. В этой связи допустимо использование более сложных подходов, таких как модели, способные учитывать не-нормальные распределения и взаимодействие дискретных событий. Это включает модели с зависимостями на основе копул или байесовских методов, которые позволяют более точно оценивать риски в стрессовых ситуациях.

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Эффективное управление кредитными рисками требует точной оценки капитальных требований, обеспечивающих защиту от потерь по различным классам кредитных активов. Для расчета взвешенных по риску активов стандарты Базель II предлагают структурированный подход, основанный на оценке ключевых параметров риска, таких как PD, LGD и EAD. Этот подход позволяет учитывать как ожидаемые потери EL, так и непредвиденные UL, обеспечивая гибкость и чувствительность модели к специфике кредитных портфелей.

Расчёт величины взвешенных по риску кредитных требований, по которым не произошёл дефолт ($PD \neq 100\%$), для корпоративных и розничных заемщиков осуществляется по следующей формуле:

$$RWA = \alpha \times 12.5 \times EAD \times LGD \times \left[N \left\{ \frac{N^{-1}(PD) + \sqrt{R} \times N^{-1}(0,999)}{\sqrt{1-R}} \right\} - PD \right] \times \frac{1 + (M - 2,5) \times b(PD)}{1 - 1,5 \times b(PD)}$$

Расчет величины взвешенных по риску кредитных требований, по которым не произошел дефолт ($PD \neq 100\%$), для кредитных требований к розничным заемщикам, рассчитывается по следующей формуле:

$$RWA = 12.5 \times EAD \times LGD \times \left[N \left\{ \frac{N^{-1}(PD) + \sqrt{R} \times N^{-1}(0,999)}{\sqrt{1-R}} \right\} - PD \right], \text{ где}$$

- EAD (exposure at default) - величина кредитного требования, подверженная риску дефолта;
- EL (expected losses) - величина ожидаемых потерь (убытков);
- LGD (loss given default) - уровень потерь при дефолте;
- M (maturity) - срок до погашения кредитного требования;
- PD (probability of default) - вероятность дефолта;
- UL (unexpected losses) - величина непредвиденных (неожидаемых) потерь (убытков);
- b (PD) - значение показателя корректировки на срок до погашения;
- N(x) - функция стандартного нормального распределения, НОРМСТРАСП;
- $N^{-1}(x)$ - обратная функция стандартного нормального распределения, НОРМСТОБР;
- R - значение показателя корреляции;
- MA - корректировка срока погашения;
- S - годовой объем выручки заемщика, выраженный в млн. евро по курсу Национального Банка РК на дату расчета;
- α - поправочный коэффициент, устанавливаемый регулирующим органом для поддержания имеющегося уровня минимальных требований к капиталу при одновременном стимулировании внедрения более чувствительных подходов к оценке кредитного риска.

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Расчет величины взвешенных по риску кредитных требований к розничным заемщикам, по которым произошел дефолт (то есть PD = 100%), осуществляется по следующей формуле:

$$RWA = 12,5 \times EAD \times \max(0; LGD - EL)$$

Расчет коэффициента корреляции (RHO) для кредитных требований к корпоративным, суверенным заемщикам и финансовым институтам:

$$R(PD) = 0,12 \times \left(\frac{1 - e^{-50 \times PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \times \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \times PD}}{1 - e^{-50}} \right)$$

Значение показателя корреляции (R) по кредитным требованиям к малым и средним предприятиям, отнесенным к классу кредитных требований к корпоративным заемщикам, рассчитывается по следующей формуле:

$$R(PD) = 0,12 \times \left(\frac{1 - e^{-50 \times PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \times \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \times PD}}{1 - e^{-50}} \right) - 0,04 \times \left(1 - \frac{S-5}{45} \right)$$

где S - годовой объем выручки заемщика, выраженный в млн. евро по курсу Национального Банка РК на дату расчета.

Данная формула применяется в случае, если годовой объем выручки консолидированной группы, участником которой является заемщик - субъект малого и среднего предпринимательства, не превышает 50 млн. евро в тенговом эквиваленте по курсу Национального Банка РК на дату расчета. Годовой объем выручки менее 5 млн. евро в тенговом эквиваленте по курсу Национального Банка РК на дату расчета для целей расчета показателя корреляции принимается равным 5 млн. евро

Значение показателя корреляции по кредитным требованиям специализированного кредитования, отнесенным к подклассу кредитных требований "финансирование коммерческой недвижимости с нестабильными ценовыми параметрами", рассчитывается по следующей формуле, учитывающей повышенный уровень корреляции, присущий данному подклассу активов:

$$R(PD) = 0,12 * \left(\frac{1 - e^{-50 * PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,3 * \left(\frac{1 - e^{-50 * PD}}{1 - e^{-50}} \right)$$

В отношении финансовых институтов, объем активов которых в тенговом эквиваленте по курсу Национального банка РК на дату расчета больше или равен 100 млрд. долл. США, коэффициент корреляции увеличивается на 25% и рассчитывается по следующей формуле в соответствии с требованиями Базеля III ("Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems", пункт 102):

$$R(PD) = 1,25 * \left[0,12 * \left(\frac{1 - e^{-50 * PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 * \left(\frac{1 - e^{-50 * PD}}{1 - e^{-50}} \right) \right]$$

0,04 - для активов, отнесенных к подклассу «возобновляемые розничные кредитные требования»

0,15 - для активов, отнесенных к подклассу «кредитные требования, обеспеченные залогом жилой недвижимости»

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Значение показателя корреляции для кредитных требований, отнесенных к подклассу «прочие розничные кредитные требования», рассчитывается по следующей формуле:

$$R(PD) = 0.03 \times \left(\frac{1 - e^{-35 \times PD}}{1 - e^{-35}} \right) + 0.16 \times \left(1 - \frac{1 - e^{-35 \times PD}}{1 - e^{-35}} \right)$$

Зависимость PD и корреляции активов (R)

Ключевой параметр — это R, который варьируется для каждого портфеля.

Когда Базель начал разрабатывать подход IRB, банки и надзорные органы уже использовали модели портфельных убытков. Эти модели были эквивалентны тому, что сейчас называют экономическим капиталом.

Было проведено исследование существующих на тот момент методов, а результаты интерпретированы с точки зрения доступной теории. Использовалась экспертиза комитета.

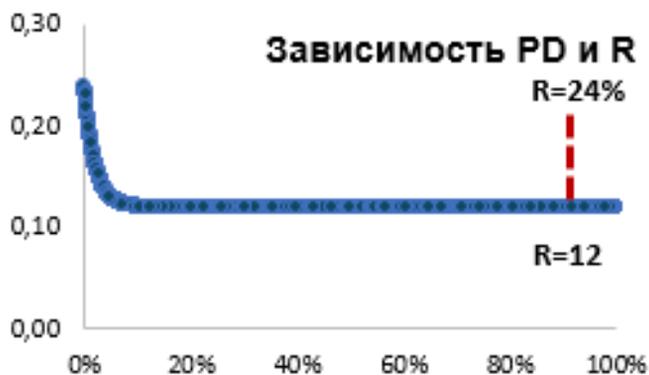
В результате анализа установлено следующее:

- Высокорисковые заёмщики (корпорации с высокой вероятностью дефолта) подвержены больше идиосинкратическому риску и меньше системному.
- Низкорисковые заёмщики, напротив, несут больший системный риск.

На основании исследования было установлено:

- ✓ Для заёмщиков с низкой вероятностью дефолта R=24%.
- ✓ Для заёмщиков с высокой вероятностью дефолта R=12%.

Эти значения были выбраны на основе результатов исследования и экспертных оценок. Минимальное значение (12%), вероятно, было усреднено, а затем удвоено для получения максимального значения (24%).



1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Коэффициент корреляции активов (R) изменяется в зависимости от вероятности дефолта (PD), начиная с 24% при нулевой вероятности дефолта и снижаясь до 12% при максимальной вероятности. Несмотря на кажущуюся линейность этой зависимости, исследования и теоретические модели подтверждают её нелинейный характер, который более точно описывает влияние системных и идиосинкратических рисков в зависимости от уровня PD.

Для более точного описания зависимости коэффициента корреляции активов (R) от вероятности дефолта (PD) была предложена экспоненциальная функция. Этот подход позволяет гибко регулировать скорость снижения R по мере увеличения PD за счёт введения параметра K.

Параметр K отвечает за наклон кривой: он может сделать её более крутой или, наоборот, сгладить. После анализа данных комитет пришёл к выводу, что значение $K=50$ обеспечивает наиболее точное соответствие эмпирическим результатам.

Коррекция коэффициента корреляции активов (R) адаптируется в зависимости от типа заёмщика: для системно значимых учреждений коэффициент увеличивается на 25%, отражая их повышенное влияние на финансовую стабильность. Для малых корпоративных заёмщиков с годовым оборотом менее 50 млн евро применяется понижающая корректировка до 4%, которая рассчитывается пропорционально их обороту.

В результате такие корректировки позволяют учитывать различия в рисках заёмщиков и адаптировать расчёты под их индивидуальные характеристики, обеспечивая более точную оценку кредитного риска на уровне портфеля.

Корректировка на срок (MA)

Формула корректировки на срок (Maturity Adjustment, MA) используется для учета влияния срока погашения активов на капитальные требования по кредитному риску в рамках подхода IRB. Эта корректировка обеспечивает более точное моделирование риска, связанного с увеличением или уменьшением срока погашения относительно стандартного значения (2,5 года), принятого за основу при калибровке формулы IRB.

$$MA = \frac{1 + (M - 2,5) \times b(PD)}{1 - 1,5 \times b(PD)}$$

$$b(PD) = (0,11852 - 0,05478 \times \ln(PD))^2$$

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

На первый взгляд формула корректировки на срок может показаться сложной, однако её суть достаточно проста. Она является важной частью расчёта капитальных требований в рамках подхода IRB и используется для учёта срока погашения при определении капитальных требований по кредитному риску. Основой для формулы служат неожиданные потери UL, которые отражают превышение убытков над ожидаемым уровнем при доверительном интервале 99,9%.

Формула неожиданных потерь рассчитана для стандартного срока в 1 год. В реальности портфели имеют более короткие или длинные сроки, поэтому применяется корректировка с учётом срока погашения. Этот фактор также зависит от вероятности дефолта (PD) и описывается нелинейной формулой.

Эффективный срок (M) играет ключевую роль в расчёте корректировки на срок. При значении $M=1$ корректировка не требуется, так как формула неожиданных потерь (UL) уже рассчитана для годового срока. Если срок составляет $M=2,5$, что является эталонным значением, использованным при калибровке формулы IRB, корректировка обеспечивает соответствие стандарту без дополнительных изменений. Таким образом, корректировка на срок позволяет адаптировать расчёты капитальных требований к различным срокам погашения активов.

Формула корректировки на срок имеет пропорциональный характер, основываясь на разнице между фактическим сроком (M) и эталонным значением в 2,5 года. Если срок погашения составляет менее 2,5 лет, капитальные требования уменьшаются, а при превышении этого значения — увеличиваются. Это логично, так как более длительные сроки погашения связаны с повышенным уровнем риска, что и учитывается в расчётах.

История разработки формулы корректировки на срок связана с анализом существующих моделей убытков, проведённым Базельским комитетом в рамках разработки подхода IRB. Рассматривались два основных подхода: модели на основе рыночной стоимости (CreditMetrics) и модели на основе дефолтов (CreditRisk+). В ходе анализа было установлено, что подход, ориентированный на рыночную стоимость, обеспечивает более точные результаты, поэтому он был выбран в качестве основы для дальнейшей работы.

Калибровка формулы корректировки на срок была проведена Базельским комитетом с использованием матрицы неожиданных потерь, рассчитанной для различных уровней вероятности дефолта (PD) и сроков погашения. Первоначально в качестве эталонного срока был выбран период в 3 года, однако после консультаций это значение было скорректировано до 2,5 лет.

Для сроков погашения свыше 5 лет была введена ограниченная корректировка, чтобы избежать чрезмерного стимулирования краткосрочного кредитования, которое могло бы создать дополнительную неопределённость для бизнеса и затруднить долгосрочное планирование.

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Итоги анализа показывают, что наклон зависимости между сроком погашения (M) и капитальными требованиями уменьшается по мере роста вероятности дефолта (PD). При низких значениях PD увеличение срока с 1 до 3 лет или с 3 до 5 лет приводит к одинаковому росту капитальных требований. Однако при более высоких значениях PD этот рост становится менее значительным, что отражает снижение чувствительности капитальных требований к увеличению срока при повышенном уровне риска дефолта.

Нелинейная зависимость между вероятностью дефолта (PD) и корректировкой на срок была признана Базельским комитетом наиболее адекватной для отражения реальных данных. Использование логарифмической функции ($\ln(PD)$) позволяет учитывать изменения в рисках более точно. При низких значениях PD логарифм принимает большие отрицательные значения, что приводит к увеличению корректировки, поскольку системные факторы оказывают значительное влияние на риски. Наоборот, при высоких значениях PD логарифм стремится к нулю, минимизируя корректировку, так как основное влияние в этом случае оказывают идиосинкратические факторы. Такой подход позволяет модели лучше адаптироваться к различным диапазонам вероятности дефолта, обеспечивая её точность и практическую применимость.

Формула корректировки на срок представляет собой важный инструмент для точного масштабирования неожиданных потерь в зависимости от срока погашения портфеля. Она позволяет учитывать различия в сроках и вероятности дефолта, что обеспечивает справедливую и точную оценку кредитного риска.

Пример (корпоративные заемщики):

$$PD = 3\%, LGD = 40\%, Maturity = 2, EAD = 18\,075\,000 \text{ тенге}$$

$$EL = 18\,075\,000 \times 3\% \times 40\% = 216\,900$$

$$b(PD) = (0,11852 - 0,05478 \times \ln(3\%))^2 = 0,0965$$

$$R = 0,12 \times \left(\frac{1 - e^{-50 \times 3\%}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \times \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \times 3\%}}{1 - e^{-50}} \right) = 0,1468$$

$$MA = \frac{1 + (2 - 2,5) \times 0,1468}{1 - 1,5 \times 0,1468} = 1,1128$$

$$UL = 18\,075\,000 \times 40\% \times \left[N \left\{ \frac{N^{-1}(3\%) + \sqrt{0,1468} \times N^{-1}(0,999)}{\sqrt{1 - 0,1468}} \right\} - 3\% \right] \times$$

$$\frac{1 + (2 - 2,5) \times 0,0965}{1 - 1,5 \times 0,0965} = 1\,571\,218$$

$$RWA = \alpha \times 12,5 \times UL = 1 \times 12,5 \times 1\,571\,218 = 19\,640\,220$$

1.3 Порядок расчёта RWA для различных сегментов заемщиков

Пример (МСБ):

$$PD = 40\%, LGD = 40\%, \text{Maturity} = 4, EAD = 18\,075\,000 \text{ тенге}$$

$$EL = 18\,075\,000 \times 40\% \times 40\% = 2\,892\,000$$

$$b(PD) = (0,11852 - 0,05478 \times \ln(40\%))^2 = 0,0285$$

$$R = 0,12 \times \left(\frac{1 - e^{-50 \times 40\%}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \times \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \times 40\%}}{1 - e^{-50}} \right) - 0,04 \times \left(1 - \frac{35-5}{45} \right) = 0,1067$$

$$MA = \frac{1 + (4 - 2,5) \times 0,0285}{1 - 1,5 \times 0,0285} = 1,0892$$

$$UL = 18\,075\,000 \times 40\% \times \left[N \left\{ \frac{N^{-1}(40\%) + \sqrt{0,1067} \times N^{-1}(0,999)}{\sqrt{1 - 0,1067}} \right\} - 40\% \right] \times \frac{1 + (4 - 2,5) \times 0,0285}{1 - 1,5 \times 0,0285} \\ = 3\,056\,101 \text{ тенге}$$

$$RWA = \alpha \times 12,5 \times UL = 1 \times 12,5 \times 3\,056\,101 = 38\,201\,262 \text{ тенге}$$

2. РЫНОЧНЫЙ РИСК

Риск убытков, возникающих из-за колебаний рыночных цен является рыночным риском. Основными компонентами рыночного риска являются ценовой риск, процентный риск и валютный риск. Рыночный риск обусловлен следующими факторами:

- **Общий рыночный риск:** риск того, что класс активов упадет в стоимости, что приведет к снижению стоимости отдельного актива или портфеля.
- **Специфический рыночный риск:** риск того, что отдельный актив упадет в стоимости сильнее, чем общий класс активов.

При определении рыночного риска для расчета требований к регуляторному капиталу банк может выбрать между двумя основными методологиями: **стандартизированный подход** и **подход на основе внутренних моделей**, при условии одобрения локальными регуляторами.

Стандартизированный подход для расчета капитала по рыночному риску использует заранее определенные регулятором весовые коэффициенты риска для различных типов активов и обязательств. Данный подход является простым и прозрачным, но может быть менее чувствительным к риску.

2. РЫНОЧНЫЙ РИСК

Согласно стандартизированному подходу, минимальное требование к капиталу представляет собой сумму трех компонентов:

- Требование к капиталу по методу, основанному на чувствительности.
- Требование к капиталу на покрытие риска дефолта.
- Дополнительное требование по оставшемуся риску.

Внутренние подходы моделирования позволяют банкам использовать собственные внутренние модели для расчета требований к капиталу для покрытия рыночного риска при условии одобрения со стороны регуляторов. Данный подход предоставляет большую гибкость и может быть более чувствительным к риску, однако требует надежных методов управления рисками и валидации моделей.

По итогам оценки SREP, было выявлено, что большинство банков при расчете капитала для покрытия рыночного риска ограничивается стандартизированным подходом.

2.1 Ретроспективные подходы к расчету риска: Historical Simulation VaR

Оценка VaR с использованием исторической симуляции является наиболее простой и прямолинейной методикой расчета VaR. Чтобы выполнить этот расчет, необходимо упорядочить исторические данные доходностей от наименьшей (наибольшие убытки) к наибольшей (наибольшие прибыли). Затем, для 99% уровня доверия определяется 1-й перцентиль в отсортированном ряду данных и значение доходности на данном перцентиле будет значением VaR.

2.1 Ретроспективные подходы к расчету риска: Historical Simulation VaR

Пример расчета VaR при исторической симуляции:

Допустим, банк рассчитал доходность портфеля в денежном выражении за последние 300 торговых дней. Затем данные показатели ранжированы по величине (от наименьшей к наибольшей), как показано в нижеуказанной таблице:

Торговые Дни	Размер убытка (в млн.тг)
5	15,2
125	14,9
18	13,0
182	12,2
9	10,9
...	...

VaR 99%

Чтобы рассчитать VaR на однодневном горизонте с доверительным уровнем 99% (1% значимость), выбирается третий по величине убыток ($3/300 = 0,01$). Значение VaR составляет 13,0 млн. тенге, а Expected Shortfall – это среднее значение убытков, превышающих уровень VaR:

$$ES = \frac{14,9 + 15,2}{2} = 15,1 \text{ млн. тенге}$$

2.2 Ретроспективные подходы к расчету риска: Delta-Normal VaR

В отличие от метода исторического моделирования, параметрический подход предполагает распределение для анализируемых наблюдений. Например, дельта-нормальный подход для расчета VaR предполагает, что ежедневная доходность финансовых инструментов/портфеля следуют нормальному распределению.

$$VaR_p = z_c * \sigma_p * P$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j<1}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}}$$

2.2 Ретроспективные подходы к расчету риска: Delta-Normal VaR

где Z_c – коэффициент выбранного доверительного уровня,
 σ_p – стандартное отклонение доходности портфеля,
 P – объем портфеля,
 W_i – вес каждой ценной бумаги в портфеле,
 $\rho_{i,j}$ – корреляционный коэффициент доходности ценных бумаг в портфеле.

В случае, если портфель состоит из n ценных бумаг, то количество корреляционных пар составит $[n * (n - 1) / 2]$.

Для расчета дельта-нормального VaR для портфеля необходима ковариационная матрица, которая учитывает корреляции между каждым финансовым инструментом в портфеле и волатильности доходности каждого финансового инструмента. Далее необходимо вычислить стандартное отклонение портфеля и соответствующий VaR.

Пример расчета Delta-Normal VaR портфеля:

Допустим, портфель ценных бумаг состоит из трех ценных бумаг: А, В и С. Сумма вложений составляет 1 млн. тенге в бумаге А, 2 млн. тенге в бумаге В и 1,5 млн. тенге в бумаге С.

Однодневное стандартное отклонение доходностей ценных бумаг составляет 2% по А, 1,5% по В и 0,5% по С. Корреляция доходностей $\rho_{A,B} = 0,3$, $\rho_{A,C} = 0,2$ и $\rho_{B,C} = 0,4$. В табличной форме корреляционная матрица выглядит следующим образом:

	А	В	С
А	1	0,3	0,2
В	0,3	1	0,4
С	0,2	0,4	1

Шаг 1. Расчет ковариационной матрицы

Так как формула расчета ковариации между доходами двух финансовых инструментов: $Cov(I, J) = \sigma_i * \sigma_j * \rho_{i,j}$, ковариационная матрица будет выглядеть следующим образом:

	А	В	С
А	$\sigma_A * \sigma_A * \rho_{A,A}$	$\sigma_A * \sigma_B * \rho_{A,B}$	$\sigma_A * \sigma_C * \rho_{A,C}$
В	$\sigma_B * \sigma_A * \rho_{B,A}$	$\sigma_B * \sigma_B * \rho_{B,B}$	$\sigma_B * \sigma_C * \rho_{B,C}$
С	$\sigma_C * \sigma_A * \rho_{C,A}$	$\sigma_C * \sigma_B * \rho_{C,B}$	$\sigma_C * \sigma_C * \rho_{C,C}$

2.2 Ретроспективные подходы к расчету риска: Delta-Normal VaR

	A	B	C
A	0,02 * 0,02 * 1	0,02 * 0,015 * 0,3	0,02 * 0,005 * 0,2
B	0,015 * 0,02 * 0,3	0,015 * 0,015 * 1	0,015 * 0,005 * 0,4
C	0,005 * 0,02 * 0,2	0,005 * 0,015 * 0,4	0,005 * 0,005 * 1

	A	B	C
A	0,0004	0,00009	0,00002
B	0,00009	0,000225	0,00003
C	0,00002	0,00003	0,000025

Шаг 2. Расчет удельного веса каждого финансового инструмента внутри портфеля

$$A: 1 \text{ млн. тг} / 4,5 \text{ млн. тг} = 0,222$$

$$B: 2 \text{ млн. тг} / 4,5 \text{ млн. тг} = 0,444$$

$$C: 1,5 \text{ млн. тг} / 4,5 \text{ млн. тг} = 0,333$$

Шаг 3. Расчет портфельного стандартного отклонения

В данном шаге необходимо умножить транспонированный вектор весов (строковый вектор весов) на ковариационную матрицу, умноженную на столбцовый вектор весов:

$$\begin{matrix}
 [w_A & w_B & w_C] & \begin{bmatrix} \sigma_A^2 & \text{Cov}(A, B) & \text{Cov}(A, C) \\ \text{Cov}(B, A) & \sigma_B^2 & \text{Cov}(B, C) \\ \text{Cov}(C, A) & \text{Cov}(C, B) & \sigma_C^2 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} w_A \\ w_B \\ w_C \end{bmatrix} \\
 [0,222 & 0,444 & 0,333] & \begin{bmatrix} 0,0004 & 0,00009 & 0,00002 \\ 0,00009 & 0,000225 & 0,00003 \\ 0,00002 & 0,00003 & 0,000025 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,222 \\ 0,444 \\ 0,333 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Стандартное отклонение портфеля:

$$\sigma_p = \sqrt{w_A^2 * \sigma_A^2 + w_B^2 * \sigma_B^2 + w_C^2 * \sigma_C^2 + 2 * w_A * w_B * \text{Cov}(A, B) + 2 * w_A * w_C * \text{Cov}(A, C) + 2 * w_B * w_C * \text{Cov}(B, C)}$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,222^2 * 0,0004 + 0,444^2 * 0,000225 + 0,333^2 * 0,000025 + 2 * 0,222 * 0,444 * 0,00009 + 2 * 0,222 * 0,333 * 0,00002 + 2 * 0,444 * 0,333 * 0,00003}$$

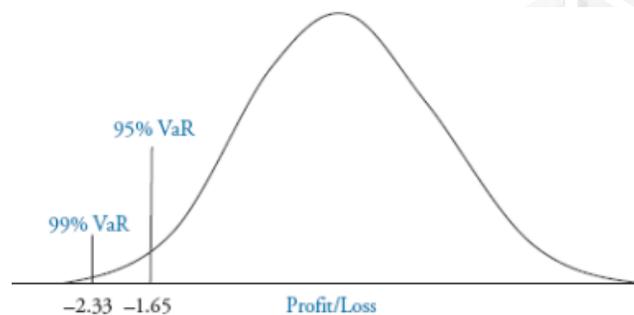
$$\sigma_p = \sqrt{0,000096412} \approx 0,00982 \text{ или } 0,982\%.$$

Шаг 4. Расчет портфельного VaR с уровнем доверия 95%.

$$\text{VaR}_{1\text{-day}, 95\%} = 1,65 * 0,00982 * 4\,500\,000 = 72\,765$$

2.2 Ретроспективные подходы к расчету риска: Delta-Normal VaR

1-дневный VaR с уровнем доверия 95% равен 72 765 тенге. Отмечаем, что VaR растет при увеличении уровня доверия. Например, 1-дневный VaR с уровнем доверия 99% будет равен 102 753 тенге ($2,33 * 0,00982 * * 4\,500\,000$). Увеличение VaR с увеличением уровня доверия объясняется тем, что точка отсечения будет находиться дальше от среднего:



Зная величину 1-дневного VaR можно рассчитать, например, 10-дневный VaR путем применения правила квадратного корня. В данном случае 1-дневный VaR умножается на квадратный корень 10:

$$\text{VaR}_{10\text{-day}} = \text{VaR}_{1\text{-day}} * \sqrt{10}$$

Например, 10-дневный VaR с уровнем доверия 99% будет равен 324 933 тенге ($102\,753 * \sqrt{10}$).

Данный пример расчета VaR портфеля является упрощенным так как портфель состоит из 3-х разных ценных бумаг, что предполагает 3 корреляционных пар. Отмечаем, что если портфель состоит из 15 разных ценных бумаг, то количество корреляционных пар составит

$[15 * (15 - 1) / 2] = 105$. Поэтому такие расчеты выполняются с использованием формул матричного произведения массивов в специализированных программах, таких как Python или R.

В соответствии с рекомендациями Базеля банкам необходимо рассчитывать 10-дневный VaR с уровнем доверия 99% на основе исторических данных за последние 250 торговых дней.

2.3 Перспективные подходы к расчету риска

С практической точки зрения, методы расчета исторического и дельта-нормального VaR имеют смысл только в том случае, если ожидается, что будущая доходность будет формироваться по тому же процессу, что и в прошлом (важно помнить, что прошлые результаты не обязательно являются отражением будущих результатов). Кроме того, данные методы не могут учитывать изменения экономических условий или резкие изменения параметров.

Для перспективного подхода к расчету VaR нужно рассмотреть модели, которые учитывают ожидаемые изменения рыночных условий и динамически адаптируются к новой информации, выходя за рамки предположений, основанных на исторических данных. Согласно лучшим практикам одним из популярных перспективных альтернатив моделей дельта-нормального VaR являются метод исторической симуляции с учетом взвешенной волатильности, EWMA и GARCH.

2.4 Метод исторической симуляции с учетом взвешенной волатильности

Данный метод устраняет недостатки дельта-нормальной модели, которая присваивает равный вес при оценке стандартного отклонения доходности портфеля, то есть, показатели доходности на день $t - 250$, будут иметь такую же важность, как и доходность на день $t - 1$. Следовательно, если текущая волатильность возросла, использование исторических данных будет занижать текущий уровень риска. Точно так же, если волатильность снизилась, влияние более старых данных с высокой волатильностью может завышать текущий уровень риска.

Метод исторической симуляции с учетом взвешенной волатильности осуществляет корректировки ежедневной доходности на день t вверх или вниз, в зависимости от текущего прогноза волатильности, оцененного с помощью моделей GARCH или EWMA относительно прогноза волатильности на день T .

$$r_{t,i}^* = \left(\frac{\sigma_{T,i}}{\sigma_{t,i}} \right) r_{t,i}$$

где $r_{t,i}$ – фактический доход ценной бумаги i на день t ,

$\sigma_{t,i}$ – прогноз волатильности доходности ценной бумаги i на день t (прогнозированный на основе показателя на день $t - 1$),

$\sigma_{T,i}$ – текущий прогноз волатильности доходности ценной бумаги i .

2.4 Метод исторической симуляции с учетом взвешенной волатильности

Таким образом, доходность, скорректированная с учетом волатильности, $r_{t,i}^*$, заменяется на более высокое (или более низкое) значение, если текущая волатильность превышает (или ниже) историческую волатильность на день i . Затем, VaR и Expected Shortfall (ES) могут быть рассчитаны обычным способом после замены исторических доходностей на доходности, скорректированные с учетом волатильности.

Отмечаем, что метод, основанный на взвешивании по волатильности, имеет несколько преимуществ:

- включает волатильность в процедуру оценки, в отличие от других исторических методов.
- оценки VaR на короткий срок будут более обоснованными с учетом текущих рыночных условий.
- доходности, скорректированные по волатильности, позволяют получать оценки VaR, которые выше, чем оценки, полученные с использованием исторических данных.

2.5 Модель экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA) для прогноза волатильности

EWMA является частным случаем более общей модели взвешивания, где веса предполагаются экспоненциально убывающими по мере удаления во времени. Оценка волатильности на день t рассчитывается путем применения весов к прошедшим квадратам доходностей, при этом данные, относящиеся к более ранним периодам, имеют меньший вес. Упрощенная формула EWMA:

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2}$$

где λ – вес дисперсии на предыдущий день.

Подход RiskMetrics – это модель EWMA, которая использует $\lambda = 0,94$ для ежедневных данных и $\lambda = 0,97$ для ежемесячных данных.

2.6 Модель обобщённой авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH)

GARCH не только учитывает последние оценки дисперсии и квадрат доходности, но также переменную, которая отражает долгосрочный средний уровень дисперсии. Упрощённая формула GARCH:

$$V_L = \frac{\omega}{1 - \alpha - \beta}$$

$\alpha + \beta > 1$ для стабильности, чтобы γ не оказался отрицательным.

Модель GARCH дополняет информацию, генерируемую моделью

$$\sigma_t = \sqrt{\omega + \alpha r_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2}$$

где α – вес показателя доходности на предыдущий день, β – вес дисперсии на предыдущий день, ω – взвешенная долгосрочная дисперсия $= \gamma V_L$, V_L = долгосрочная средняя дисперсия:

$$\alpha + \beta + \gamma = 1$$

EWMA, тем, что также присваивает вес оценке долгосрочной средней дисперсии. Дополнительной характеристикой оценки GARCH является предположение о том, что дисперсия склонна возвращаться к долгосрочному среднему уровню.

Пример расчета волатильности с использованием подходов EWMA и GARCH:

I. С помощью EWMA банк может придавать больший вес недавним значениям доходности. Это позволяет учесть свежие колебания на рынке и получать более чувствительный показатель волатильности. Если последние доходности были высокими или нестабильными, EWMA сразу отразит это в своих оценках, показывая возросший уровень риска.

Предположим, у нас есть доходности акции за последние пять дней:

- $r_{t-5} = -1,5\%$
- $r_{t-4} = 2,0\%$
- $r_{t-3} = -2,5\%$
- $r_{t-2} = 1,0\%$
- $r_{t-1} = -3,0\%$



Самые свежие данные

2.6 Модель обобщённой авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH)

Расчет стандартного отклонения по традиционной формуле:

$$\mu = \frac{-0,015 + 0,020 - 0,025 + 0,01 - 0,03}{5} = -0,008$$

X_i	μ	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$
-0,015	-0,008	$-0,015 - (-0,008) = -0,007$	0,000049
0,02	-0,008	$0,02 - (-0,008) = 0,028$	0,000784
0,025	-0,008	$-0,025 - (-0,008) = -0,017$	0,000289
0,01	-0,008	$0,01 - (-0,008) = 0,018$	0,000324
-0,03	-0,008	$-0,03 - (-0,008) = -0,022$	0,000484
			$\sum 0,00193$
			$0,00193/5=0,000386$
			$\sigma = \sqrt{0,000386}$ $= 0,0196$

Согласно традиционной формуле стандартного отклонения, $\sigma_t=0,0196$ или **1,96%**.

Стандартное отклонение по модели EWMA с параметрами $\lambda=0,94$, $\sigma_{t-1}=0,04$.

$$\sigma_t = \sqrt{0,94 * 0,04^2 + (1 - 0,94) * -0,03^2} = 0,0395$$

Стандартное отклонение согласно модели EWMA $\sigma_t=0,0395$ или **3,95%**.

II. **GARCH** помогает учитывать долгосрочные изменения в рыночных условиях и прогнозировать, что волатильность будет оставаться на повышенном уровне в ближайшие дни.

Волатильность с помощью GARCH (1,1) с параметрами $V_L = 0,0196^2$, $\beta = 0,94$, $\alpha = 0,05$ и $\sigma_{t-1}=0,04$.

$$\omega = V_L * (1 - \alpha - \beta) = 0,0196^2 * (1 - 0,94 - 0,05) = 0,00000384$$

$$\sigma_t = \sqrt{0,00000384 + 0,05 * -0,03^2 + 0,94 * 0,04^2} = 0,0394$$

Волатильность согласно модели GARCH $\sigma_t=0,0394$ или **3,94%**, что также выше, чем стандартное отклонение по традиционной формуле, и лучше учитывает недавние всплески волатильности.

2.7 Expected shortfall (ES)

В рамках Basel III, Фундаментальный обзор торговой книги (FRTB) заменил модель VaR на Expected Shortfall (ES) как более перспективную меру. ES позволяет учесть величину убытков, которые выходят за пределы порога VaR, и всегда является субаддитивным. В соответствии с рекомендацией Базеля, банки должны рассчитывать ES с уровнем доверия 97,5% для горизонта в 10 дней, что делает эту меру более перспективной по сравнению с традиционным VaR, который учитывает только потери в пределах интервала доверия. Для нормального распределения нижеуказанная формула может быть использована для расчета ES:

$$ES = \mu_p + \sigma_p \frac{e^{-(z^2/2)}}{(1-x)\sqrt{2\pi}}$$

В данном уравнении μ_p обозначает средневзвешенную доходность портфеля, x обозначает уровень доверия, а z обозначает точку в распределении, вероятность превышения которой составляет $x\%$.

ES является более подходящей мерой риска, чем VaR по следующим причинам:

- ✓ ES удовлетворяет всем свойствам согласованных (coherent) мер риска, включая субаддитивность. VaR удовлетворяет этим свойствам только для нормальных распределений.
- ✓ Поверхность риска для портфеля при использовании ES является выпуклой, так как соблюдается свойство субаддитивности. Таким образом, ES более подходит для решения задач оптимизации портфеля, чем метод VaR.
- ✓ ES дает оценку величины убытка при неблагоприятных событиях. VaR не предоставляет оценки того, насколько велик может быть убыток.
- ✓ ES имеет менее строгие предположения относительно правил принятия решений по риску/доходности.

В соответствии с предложением FRTB, для расчета капитала для покрытия рыночного риска банкам необходимо отказаться от комбинирования VaR с 10-дневным горизонтом и уровнем доверия 99% с 250-дневным стрессовым VaR. Вместо этого банкам необходимо рассчитывать капитал на основе ES, используя исключительно 250-дневный стрессовый период. Как и при 250-дневном стрессовом VaR, банкам нужно самостоятельно выбирать 250 – дневное окно времени, которое окажется крайне финансово сложным для их портфеля.

2.8 Проведение бэк-тестирования для валидации модели VaR

Проверка модели VaR включает в себя несколько методов, которые используются, чтобы определить, насколько близки прогнозы к фактическим изменениям стоимости портфеля. Валидация модели позволяет оценить достоверность и точность полученных значений, по итогам анализа которой принимается решение о необходимости внесения корректировок и уточнений в модель с целью повышения точности получаемых значений.

Бэк-тестирование – это процесс сравнения убытков, прогнозируемых с помощью VaR, с теми, которые фактически были понесены за период тестирования. Это важный инструмент для проверки адекватности модели VaR. Основная цель бэк-тестирования состоит в том, чтобы проверить факт того, что при заданном уровне доверия фактические потери не превышают ожидаемые.

Количество фактических наблюдений, выходящих за пределы заданного уровня доверия, называется исключениями. Число пробитий, выходящих за пределы уровня доверия VaR, не должно превышать «1 – уровень доверия». Например, исключения должны возникать менее чем в 5% случаев, при уровне доверия 95%. Если пробитий слишком много, модель VaR необходимо рекалибровать в части пересмотра стресс-сценариев и иных входных параметров.

Показатель количества пробитий, как доли от числа выборки, называется частотой неудач. Частота неудач бэк-тестирования рассчитывается по следующей формуле:

$$F_r = \frac{N}{T}, \text{ где}$$

F_r – частота неудач (failure rate),

N – количество пробитий,

T – размер выборки.

При этом модель VaR считается приемлемой если частота неудач не превышает вероятность отклонения фактического VaR от прогнозного:

$$F_r \leq p$$

где p – это вероятность фиксирования убытков, которая превышает максимальный возможный убыток, рассчитанный с использованием модели VaR (т.е. «1 – уровень доверия»).

2.8 Проведение бэк-тестирования для валидации модели VaR

Пример бэк-тестирования VaR:

Предположим, что ежедневный доход оказался ниже заранее установленного уровня VaR (с уровнем доверия 95%) в 22 дня в течение 252-дневного периода. Является ли эта выборка приемлемой?

$$z = \frac{x - pT}{\sqrt{p(1-p)T}} = \frac{22 - 0,05 * 252 *}{\sqrt{0,05 * 0,95 * 252}} = 2,72$$

На основе расчетов данная выборка не является приемлемой, поскольку вычисленное значение z балла (2,72) больше критического значения 1,96 на уровне доверия 95%. В этом случае мы отклоняем нулевую гипотезу о том, что модель VaR является приемлемой, и делаем вывод, что максимальное количество пробитий было превышено.

Базель установил шкалу количества пробитий и соответствующий мультипликатор капитала, k . Таким образом, банки штрафуются за превышение четырех пробитий в год. Мультипликатор равен трём, но может быть увеличен до четырех в зависимости от результатов бэк-тестирования модели VaR банка.

Зелёная зона означает допустимое количество пробитий. Жёлтая зона указывает на штрафную зону, где мультипликатор капитала увеличивается на 0,40 – 0,85. Красная зона, где наблюдается 10 или более пробитий, указывает на увеличение мультипликатора капитала на 1.

Zone	Кол-во пробитий	Market risk capital мультипликатор (k)
Green	0 – 4	3,00
Yellow	5	3,40
	6	3,50
	7	3,65
	8	3,75
	9	3,85
Red	10	4,00

2.8 Проведение бэк-тестирования для валидации модели VaR

Дополнительно, Куріес (1995) определил метод для принятия или отклонения моделей с использованием точек хвоста log-likelihood ratio следующим образом:

$$LR_{uc} = -2 \ln[(1-p)^{T-N} p^N] + 2 \ln\{[1 - (N/T)]^{T-N} (N/T)^N\}$$

где LR_{uc} – статистика теста для безусловного покрытия,

N – количество пробитий.

Термин «безусловное покрытие» (UC – Unconditional coverage) относится к тому, что нас не интересует независимость наблюдений пробитий или время, когда происходят пробития. Нас интересует общее количество пробитий. Мы отклоняем гипотезу о приемлемости модели VaR, если $LR_{uc} > 3,84$ (хи-квадрат теста). Это критическое значение LR используется для определения диапазона приемлемых исключений без отклонения модели VaR на уровне доверия 95% в log-likelihood ratio. В таблице ниже представлена область принятия решений, в которой нулевая гипотеза о приемлемости и адекватности модели VaR не отклоняется:

p	$1 - p$	$T = 252$
0,01	99,0%	$N < 7$
0,025	97,5%	$2 < N < 12$
0,05	95,0%	$6 < N < 20$

Приемлемая область для принятия решения о том, что используемая VaR модель является адекватной, определяется следующим образом: если количество пробитий находится в пределах заданного интервала при соответствующем уровне доверия, то значение LR_{uc} будет меньше критического значения статистики теста 3,84 (хи-квадрат теста):

N - количество пробитий

уровень доверия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
95,0%	18,69	14,30	10,97	8,33	6,20	4,48	3,10	2,02	1,20	0,61	0,45	3,91
97,5%	7,03	4,09	2,19	0,99	0,30	0,01	0,08	0,43	1,05	1,90	8,94	19,59
99,0%	1,20	0,12	0,09	0,75	1,92	3,50	5,42	7,64	10,12	12,83	29,19	49,15

3. ПРОЦЕНТНЫЙ РИСК В БАНКОВСКОЙ КНИГЕ (IRRBB)

IRRBB относится к текущему или потенциальному риску для капитала и прибыли банка, возникающему в результате неблагоприятных изменений процентных ставок, которые влияют на позиции банка в его банковской книге. Когда процентные ставки меняются, меняется также приведенная стоимость и временные параметры будущих денежных потоков. Это, в свою очередь, изменяет базовую стоимость активов, обязательств и внебалансовых позиций банка, а значит, и его экономическую стоимость. Изменения процентных ставок также влияют на прибыль банка, изменяя процентные доходы и расходы, чувствительные к процентным ставкам, что сказывается на его чистом процентном доходе (НИИ).

Ключевые компоненты IRRBB:

Типы риска	Типы IRRBB	Гэп Риск	Параллельный Гэп Риск: Чувствительность к параллельным изменениям в кривой доходности процентных ставок Непараллельный Гэп Риск: Чувствительность к наклону и форме кривой доходности процентных ставок
		Базисный Риск	Чувствительность к несовершенной корреляции между различными кривыми доходности процентных ставок
		Оptionный Риск	Чувствительность к изменениям волатильности кривой доходности процентной ставки, при которой банк или клиент могут изменять размер и сроки своих денежных потоков
	Другие типы риска	Поведенческий Риск	Чувствительность к изменениям в ожидаемом поведении клиентов – например, досрочное погашение ипотечных кредитов, риск незавершённых сделок и стабильность депозитов
Риск Кредитного спреда		Чувствительность к изменениям кредитных спредов, вызванная риском ликвидности и другими характеристиками кредитно-рисковых инструментов, не учитываемыми в других местах	

Процентный риск является неотъемлемой частью банковской отрасли, но банки должны иметь адекватные практики управления рисками для контроля связанных с этим рисков. Существуют два ключевых показателя, используемых для моделирования процентного риска, и оба они используют предположения о депозитах для моделирования ожидаемых потребностей в денежных потоках банка.

3. ПРОЦЕНТНЫЙ РИСК В БАНКОВСКОЙ КНИГЕ (IRRBB)

- Чистый процентный доход (NII) измеряет потенциальную волатильность на короткие периоды времени. Он тестирует влияние значительных изменений в базисных пунктах на кривую доходности и потенциально учитывает изменения формы кривой доходности. Цель – количественно оценить возможное влияние на краткосрочные денежные потоки. Это включает в себя бету депозитов, которые предполагают чувствительность процентных ставок по депозитам в ответ на изменения рыночных ставок.
- Экономическая стоимость собственного капитала (EVE) – это текущая стоимость активов за вычетом текущей стоимости обязательств. Она измеряет потенциальный структурный дисбаланс на балансе банка с целью оценки долгосрочного воздействия процентного риска на ценные бумаги банка.

Пример беты депозитов:

*Допустим, рыночная процентная ставка выросла на 1% (100 базисных пунктов). Если банк имеет депозитный бета-коэффициент 0,5 (или 50%), это значит, что он увеличит свои ставки по депозитам на 0,5% ($1\% * 50\%$) в ответ на рост рыночной ставки на 1%. Если же депозитный бета – коэффициент равен 1 (или 100%), то банк полностью передаст изменение рыночной ставки депозитному портфелю, повысив свои депозитные ставки тоже на 1%.*

Бету депозитного портфеля можно рассчитать с помощью регрессии (time-series), где зависимая переменная – это ставка по депозитам, а независимая переменная – это рыночная процентная ставка.

3.1 Стандартизированные сценарии шоков процентных ставок

Согласно Базеля банки должны применять 6 предписанных сценариев шоковых изменений процентных ставок для учета параллельных и непараллельных рисков для EVE и 2 предписанных сценария для NII:

3.1 Стандартизированные сценарии шоков процентных ставок

Сценарии	Влияние на EVE	Влияние на НИИ
Параллельный шок вверх	✓	✓
Параллельный шок вниз	✓	✓
Шок с уклоном (краткосрочные ставки вниз, долгосрочные ставки вверх)	✓	✗
Шок с выравниванием (краткосрочные ставки вверх, долгосрочные ставки вниз)	✓	✗
Шок коротких ставок вверх	✓	✗
Шок коротких ставок вниз	✓	✗

Мгновенные шоки для безрисковой процентной ставки для параллельных, краткосрочных и долгосрочных ставок, для каждой валюты, нижеуказанные формулы 6 сценариев шоковых изменений процентных ставок должны быть применены:

Сценарии	Формула
Параллельный шок вверх	$\Delta R_{parallel,c}(t_k) = \pm \bar{R}_{parallel,c}$
Параллельный шок вниз	
Шок с уклоном (краткосрочные ставки вниз, долгосрочные ставки вверх)	$\Delta R_{steepener,c}(t_k) = -0,65 * \Delta R_{short,c}(t_k) + 0,9 * \Delta R_{long,c}(t_k) $
Шок с выравниванием (краткосрочные ставки вверх, долгосрочные ставки вниз)	$\Delta R_{flattener,c}(t_k) = +0,8 * \Delta R_{short,c}(t_k) - 0,6 * \Delta R_{long,c}(t_k) $
Шок краткосрочных ставок вверх	$\Delta R_{short,c}(t_k) = \pm \bar{R}_{short,c} * e^{(-t_k/x)}$
Шок краткосрочных ставок вниз	

3.1 Стандартизированные сценарии шоков процентных ставок

где $\Delta R_{parallel,c}(t_k)$ – изменение уровня ставок временного интервала k для валюты c при параллельном сдвиге кривой доходности;

$\Delta R_{short,c}(t_k)$ – изменение уровня ставок временного интервала k для валюты c при снижении/увеличении краткосрочных ставок кривой доходности. Значение $x = 4$, которое стремится к 0 с увеличением срока.

$\Delta R_{long,c}(t_k)$ – изменение уровня ставок временного интервала k для валюты c при снижении/увеличении краткосрочных ставок кривой доходности. При этом $\Delta R_{long,c}(t_k)$ рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta R_{long,c}(t_k) = \pm \bar{R}_{long,c} * [1 - e^{(-t_k/x)}]$$

Пример шока краткосрочных ставок вверх:

Допустим, банк разделил активы и обязательства на 10 временных диапазонов ($K = 10$). Средняя продолжительность самого длинного (10-го) временного диапазона 18 лет ($t_{k=10} = 18$). Банк анализирует увеличение кривой доходности в 3-м временном диапазоне ($k = 3$). Средняя продолжительность (средняя точка) в данном временном диапазоне 1,5 года ($t_{k=3} = 1,5$). Если величина шока краткосрочной ставки составляет +100 базисных пунктов, соответствующее увеличение кривой доходности в точке $t_{k=3} = 1,5$ года составит +68,7 базисных пунктов или +0,687%:

$$\Delta R_{short,c}(t_k) = \pm \bar{R}_{short,c} * e^{(-t_k/x)} = 100 * e^{(-\frac{1,5}{4})} = 68,7$$

Пример шока с уклоном:

Допустим, банк также анализирует 3-й временной диапазон ($k = 3$) в котором средняя продолжительность 1,5 года ($t_{k=3} = 1,5$). Величина шока краткосрочной ставки также составляет +100 базисных пунктов. Изменение кривой доходности в точке $t_{k=3} = 1,5$ года при шоке с уклоном составит -16,5 базисных пунктов или -0,165%:

$$\begin{aligned} \Delta R_{steepener,c}(t_k) &= -0,65 * |\Delta R_{short,c}(t_k)| + 0,9 * |\Delta R_{long,c}(t_k)| = \\ &= -0,65 * 68,7 + 0,9 * \{100 * [1 - e^{(-\frac{1,5}{4})}]\} = -16,5 \end{aligned}$$

Пример шока с выравниванием:

Соответствующее изменение кривой доходности в точке $t_{k=3} = 1,5$ года при шоке с выравниванием составит +36,2 базисных пунктов или 0,362%:

$$\begin{aligned} \Delta R_{steepener,c}(t_k) &= 0,8 * |\Delta R_{short,c}(t_k)| - 0,6 * |\Delta R_{long,c}(t_k)| \\ &= 0,8 * 68,7 - 0,6 * \{100 * [1 - e^{(-\frac{1,5}{4})}]\} = 36,2 \end{aligned}$$

3.2 Стандартизированный подход к расчету EVE

Согласно Базеля III измерение IRRBB на основе EVE состоит из следующих шагов:

1. Категоризация чувствительных к процентным ставкам позиций банковской книги в три категории: пригодные для стандартизации, менее пригодные для стандартизации и неподдающиеся стандартизации.

пригодные для стандартизации – позиции, которые легко поддаются количественной оценке, и их денежные потоки можно прогнозировать на основе стандартных предположений. **Например:** кредиты с фиксированной процентной ставкой или облигации с простыми условиями, где денежные потоки предсказуемы, и нет значительных рисков, связанных с опционами.

менее пригодные для стандартизации – позиции, которые могут требовать дополнительных предположений или корректировок, и которых сложнее количественно оценить с использованием стандартных методов из-за наличия опционных рисков или поведенческих факторов. **Например:** кредиты с плавающей процентной ставкой или депозиты, по которым ставка периодически пересматривается, и на которые могут влиять факторы, связанные с поведением клиентов, такие как досрочное снятие депозитов.

непригодные для стандартизации – позиции, которые не могут быть эффективно смоделированы с использованием стандартизированного подхода из-за наличия встроенных опционов или поведенческих рисков. Данные факторы затрудняют прогнозирование будущих денежных потоков или оценку воздействия изменений процентных ставок, что делает их сложными для включения в стандартные модели. **Например:**

1. Ипотечные кредиты с возможностью досрочного погашения или депозиты с опцией досрочного изъятия.

2. Распределение денежных потоков по срокам пересмотра ставок для позиций, которые пригодны для стандартизации. При этом, для позиций, которые непригодны для стандартизации, существует отдельная процедура, с конкретными таблицами, зависящими от сценария.

3. Измерение ΔEVE для каждой валюты по всем 6 предписанным сценариям изменения процентных ставок.

4. Окончательный расчет ΔEVE – максимальное значение худших агрегированных снижений EVE по всем 6 предписанным сценариям изменения процентных ставок.

3.2 Стандартизированный подход к расчету EVE

Позиции непригодные для стандартизации включают:

- 1) Депозиты без фиксированного срока погашения.
- 2) Займы с фиксированной ставкой с возможностью досрочного погашения.
- 3) Срочные депозиты с возможностью досрочного погашения.

В рамках стандартизированного подхода банки должны разделить свой депозитный портфель без фиксированного срока погашения на стабильную и нестабильную часть исходя из анализа поведения вкладчиков и изменения объема портфеля за последние 10 лет. Нестабильная часть вкладов должна классифицироваться как овернайты. Максимально допустимая доля и средний срок стабильных депозитов не должны превышать указанные ниже ограничения:

Вид депозита	max доля стабильной части (%)	max средний срок (год)
Розничный / «До востребования»	90	5
Розничный / «Сберегательный»	70	4,5
Для юридических лиц	50	4

В стандартизированном подходе опциональность по досрочному погашению займов и изъятию вкладов оценивается с использованием двухэтапного метода. 1) Рассчитываются базовые оценки досрочного погашения кредитов и досрочного изъятия срочных депозитов с учетом текущей структуры процентных ставок. 2) Базовые оценки умножаются на зависящие от сценария коэффициенты, которые отражают вероятные изменения поведения при реализации опционов.

3.3 Досрочное погашение по займам с фиксированной ставкой.

Банки должны определить базовую условную норму досрочного погашения $CPR_{0,c}^p$ для каждого портфеля p займов, состоящего из однородных кредитов с риском досрочного погашения, деноминированных в валюте c , при текущей (базовой) структуре процентных ставок. Условная норма досрочного погашения при сценарии i будет:

$$CPR_{i,c}^p = \min(1, \gamma_i * CPR_{0,c}^p)$$

3.3 Досрочное погашение по займам с фиксированной ставкой.

При этом, значение мультипликатора γ_i меняется исходя из сценария шока согласно таблице:

сценарии (i)	сценарии шока	значение мультипликатора γ_i
1	Параллельный вверх	0,8
2	Параллельный вниз	1,2
3	Крутизна	0,8
4	Уплотнение	1,2
5	Краткосрочные ставки вверх	0,8
6	Краткосрочные ставки вниз	1,2

“ Как видно из таблицы, мультипликатор увеличивается при снижении ставок, поскольку заемщики будут более склонны к досрочному погашению кредитов в условиях снижающихся процентных ставок.

Денежные притоки (основной долг и проценты) по графику погашения плюс дополнительные денежные притоки с учетом условной нормы досрочного погашения при реализации сценарии i для портфеля однородных кредитов p будут вычисляться по следующей формуле:

$$CF_{i,c}^p(k) = CF_{i,c}^s + CPR_{i,c}^p * N_{i,c}^p(k - 1)$$

где $CF_{i,c}^s$ — денежные притоки согласно графику погашения (основной долг и проценты) во временном диапазоне k ;

$N_{i,c}^p(k - 1)$ — остаток основного долга по займам в прошлом временном диапазоне;

3.4 Досрочное закрытие вкладов с фиксированной ставкой

Банки должны определить базовую норму досрочного изъятия срочных депозитов $TDRR_{0,c}^p$ для каждого портфеля p , состоящего из однородных срочных депозитов с риском досрочного изъятия, деноминированных в валюте c , при текущей (базовой) структуре процентных ставок. Норма досрочного изъятия срочных депозитов при сценарии i будет:

$$TDRR_{i,c}^p = \min(1, u_i * TDRR_{0,c}^p)$$

3.4 Досрочное закрытие вкладов с фиксированной ставкой

При этом, значение мультипликатора Υ_i меняется исходя из сценария шока согласно таблице:

сценарии (i)	сценарии шока	значение мультипликатора u_i
1	Параллельный вверх	1,2
2	Параллельный вниз	0,8
3	Крутизна	0,8
4	Уплотнение	1,2
5	Краткосрочные ставки вверх	1,2
6	Краткосрочные ставки вниз	0,8

“ Как видно из таблицы, мультипликатор увеличивается при увеличении ставок, что логично, поскольку вкладчики будут более склонны к досрочному изъятию депозитов с фиксированной ставкой в условиях повышающихся процентных ставок.

Денежные оттоки по срочным депозитам при сценарии i для портфеля однородных депозитов p будут вычисляться по следующей формуле:

$$CF_{i,c}^p(1) = TD_{0,c}^p * TDRR_{i,c}^p$$

где, $CF_{i,c}^p(1)$ — денежные оттоки по срочным депозитам временном диапазоне 1. Отмечаем, что так как срочные депозиты имеют опцию досрочного изъятия, они классифицируются в первом временном диапазоне, поэтому здесь $k=1$;

$TD_{0,c}^p$ — остаток срочных депозитов портфеля p ;

3.5 Расчет изменения EVE

Убыток в экономической стоимости капитала $\Delta EVE_{i,c}$ при сценарии i и валюте c рассчитывается для каждой валюты с существенными рисками, то есть тех, которые составляют более 5% активов или обязательств банковской книги, следующим образом:

1) Для каждого сценария i все переоцененные денежные потоки распределяются по соответствующим временным диапазонам $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ либо средним точкам (t_k) , $k \in \{1, 2, \dots, K\}$. Внутри каждого временного промежутка k все положительные и отрицательные номинальные денежные потоки взаимозачитываются, образуя одну длинную или короткую позицию. Следуя этому процессу по всем временным промежуткам или их средним точкам, получается набор переоцененных денежных потоков для каждого сценария i $CF_{i,c}(k)$ либо $CF_{i,c}(t_k)$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$.

3.5 Расчет изменения EVE

2) Далее, рассчитывается приведенная в настоящее время стоимость переоцененных денежных потоков по соответствующим временным диапазонам к либо средним точкам t_k . Дисконтный фактор $DF_{i,c}(t_k)$ для приведения рассчитывается с учетом непрерывного начисления процентов по следующей формуле:

$$DF_{i,c}(t_k) = e^{[-R_{i,c}(t_k) * t_k]}$$

где $R_{i,c}(t_k)$ – безрисковая ставка доходности, соответствующая средней точке (t_k) временного диапазона k ;

3) Затем нетто позиции, взвешенные с учетом риска, суммируются для определения итогового значения EVE в валюте c для сценария i :

$$EVE_{i,c} = \sum_{k=1}^K CF_{i,c}(k) * DF_{i,c}(t_k), \text{ или}$$
$$EVE_{i,c} = \sum_{k=1}^K CF_{i,c}(t_k) * DF_{i,c}(t_k)$$

4) Далее, полное изменение EVE в валюте c , связанное с сценарием i , получается путем вычитания нового $EVE_{i,c}$ из $EVE_{0,c}$ по текущей структуре процентных ставок.

$$\Delta EVE_{i,c} = \sum_{k=1}^K CF_{0,c}(k) * DF_{0,c}(t_k) - \sum_{k=1}^K CF_{i,c}(k) * DF_{i,c}(t_k),$$

или

$$\Delta EVE_{i,c} = \sum_{k=1}^K CF_{0,c}(t_k) * DF_{0,c}(t_k) - \sum_{k=1}^K CF_{i,c}(t_k) * DF_{i,c}(t_k),$$

5) В конце, убытки по EVE ($\Delta EVE_{i,c} > 0$) агрегируются по заданному сценарию шока процентных ставок i , и максимальный убыток среди всех сценариев шока процентных ставок является мерой риска EVE.

4. ОПЕРАЦИОННЫЙ РИСК

Операционный риск представляет собой вероятность возникновения убытков вследствие недостаточности или несостоятельности внутренних процессов, человеческих факторов, систем либо вследствие внешних событий, включая правовые риски. В отличие от кредитного и рыночного рисков, операционный риск не связан непосредственно с колебаниями рыночной стоимости активов или изменениями платёжеспособности контрагентов, а обусловлен внутренней организацией и инфраструктурой банка, а также степенью надёжности применяемых процессов.

Операционные риски могут проявляться в различных формах: от ошибочных транзакций и сбоев в ИТ-системах до мошенничества сотрудников и недостаточности соблюдения нормативных требований. Например, в случае сбоев в работе критически важных информационных систем нарушается операционная устойчивость банка, что приводит к задержкам в проведении транзакций и может негативно отразиться на репутации банка, а также повлечь штрафные санкции. В целях оценки операционного риска банками, Базельским комитетом была разработана классификация рисков, как представлено в Таблице 1.

Особая сложность управления операционными рисками состоит в их непредсказуемости и множественности потенциальных источников. Для управления данным риском в банке внедряются системы внутреннего контроля и аудита, регулярные проверки на соответствие требованиям законодательства, а также меры по предотвращению случаев мошенничества. Кроме того, операционный риск учитывается при расчёте экономического капитала банка, что позволяет покрыть возможные убытки в случае возникновения событий операционного риска.

Таким образом, эффективное управление операционным риском требует комплексного подхода, включающего анализ потенциальных угроз, совершенствование внутренних процессов и систем, а также обеспечение устойчивости организационной структуры банка к воздействию негативных факторов.

Для покрытия убытков, обусловленных операционным риском, банки включают операционный риск в расчет экономического капитала. Экономический капитал – необходимый объем капитала, который банк должен формировать, в целях сохранения платежеспособности в соответствии с его риск-профилем и риск-аппетитом.

В соглашении Базель I операционный риск не рассматривался как отдельная категория риска с соответствующими требованиями к капиталу. Основное внимание в рамках Базеля I уделялось кредитному и отчасти рыночному рискам. Операционные риски, такие как внутренние ошибки, сбои в процессах или системы безопасности, не включались в расчет требований к капиталу.

4. ОПЕРАЦИОННЫЙ РИСК

Категория риска (уровень 1)	Описание	Подкатегории (уровень 2)
Внутреннее мошенничество	Действия сотрудников, направленные на получение личной выгоды в ущерб банку или клиентам.	<ul style="list-style-type: none"> - Присвоение активов - Подделка и манипуляции с данными - Нарушение внутренней отчетности
Внешнее мошенничество	Мошенничество или кража, осуществляемые внешними лицами для получения выгоды за счет банка.	<ul style="list-style-type: none"> - Мошенничество с поддельными документами - Кибератаки и взломы - Кража личных и финансовых данных клиентов
Практика трудовых отношений и безопасность труда	Нарушение трудовых прав или законодательства, а также риски, связанные с безопасностью труда.	<ul style="list-style-type: none"> - Дискриминация и домогательства - Нарушение прав работников - Несоблюдение норм охраны труда
Клиенты, продукты и бизнес-практики	Нарушение норм при взаимодействии с клиентами и недостатки в бизнес-процессах, ведущие к убыткам.	<ul style="list-style-type: none"> - Неправильное раскрытие информации о продуктах - Нарушение конфиденциальности данных клиентов - Неправомерные продажи
Материальные активы	Повреждение или потеря материальных активов в результате внешних воздействий или событий.	<ul style="list-style-type: none"> - Природные катастрофы (пожар, наводнение) - Вандализм - Техногенные катастрофы и аварии
Перебои в работе и сбои систем	Нарушение работы ключевых систем и инфраструктуры, ведущие к прерыванию операционной деятельности.	<ul style="list-style-type: none"> - Сбои ИТ-систем - Прерывание связи - Перебои в поставках энергии
Процессы выполнения операций и ведения дел	Ошибки и недостатки в операционных процессах, включая ошибки сотрудников и нарушения процедур.	<ul style="list-style-type: none"> - Ошибки в расчетах и учете - Ошибки при вводе данных - Недостаточный контроль за процессами и документооборотом

Таблица 1. Классификация операционного риска

4. ОПЕРАЦИОННЫЙ РИСК

В Базеле II операционный риск был идентифицирован как отдельный вид риска, требующий формирования капитала. Согласно требованиям Базеля II, банки обязаны формировать капитал для покрытия операционных рисков, включающих убытки из-за внутренних сбоев (например, ошибки в процедурах или мошенничество) и внешних событий (таких как стихийные бедствия). Базель II предусматривает 3 методологических подхода к оценке капитала на покрытие операционного риска: Basic Indicator Approach (BIA), Standardised Approach (SA), Advanced Measurement Approach (AMA).

В рамках Базель III операционный риск является важной составляющей общей структуры управления рисками и требований к капиталу для банков. Базель III повышает требования к капиталу и управлению рисками, включая операционные, и вводит более консервативные меры, направленные на повышение устойчивости банков.

4.1 Basic Indicator Approach (BIA)

Basic Indicator Approach (BIA) — это базовый метод расчета капитала для операционного риска, рекомендованный Базельским комитетом для банков с относительно простыми системами управления рисками. Этот подход требует минимальных данных, не требует глубокого анализа рисков и прост в реализации, в этой связи является релевантным для небольших банков или тех, у которых нет сложных процедур и моделей управления операционным риском.

Подход позволяет банкам рассчитать капитал для покрытия операционных рисков без необходимости разделять различные виды бизнес-деятельности или учитывать их уникальные риск-профили.

Банки, использующие подход BIA, рассчитывают капитал как среднее значение годового валового дохода за последние 3 года, умноженное на коэффициент операционного риска:

$$K_{BIA} = [\sum (GI_{1...n} \times \alpha)]/n, \text{ где}$$

K_{BIA} – капитал, требуемый для покрытия операционного риска по BIA подходу;

GI – годовой положительный валовый доход за последние три года;

n – количество предыдущих лет, где банк имел положительный валовый доход;

α – коэффициент операционного риска.

4.1 Basic Indicator Approach

Требуемый капитал для покрытия операционного риска равен среднему годовому валовому доходу банка (т.е. процентный доход плюс непроцентный доход) за последние три года, умноженному на коэффициент 0,15. Таким образом, капитал для покрытия операционного риска должен составлять 15% от среднего годового валового дохода за три года, исключая годы с отрицательным валовым доходом. Кроме того, положительный капитал может быть компенсирован отрицательным капиталом в пределах одного года. Однако, если капитал за год получается отрицательным, этот год исключается из расчета среднего значения.

Например, доход в первый год составил 20 млрд, во второй год (- 2) млрд и 12 млрд в третий год.

Тогда, $KBIA = (20 \text{ млрд} + 12 \text{ долларов})/2 \times 0,15 = 2,4 \text{ млрд}$.

Таким образом, банку необходимо сформировать капитал на покрытие операционного риска в размере 2,4 млрд.

4.2 Standardised Approach (SA)

Стандартизированный подход (Standardised Approach, SA) для операционного риска в рамках Базеля II был предложен как более точный метод расчета капитала по сравнению с подходом базового индикатора. SA учитывает различия в операционных рисках между бизнес-направлениями и позволяет банкам распределять капитал с учетом специфики каждого направления.

В отличие от BIA, где рассматривается общий валовый доход, стандартизированный подход делит деятельность банка на несколько бизнес-направлений. Каждому направлению присваивается свой коэффициент для расчета капитала, отражающий различные уровни операционного риска. Стандартные бизнес направления, учитываемые в SA, включают розничный банкинг, корпоративный банкинг, торговые операции, платежи и расчеты, брокерские услуги и управление активами.

Коэффициент, называемый бета-фактором (β), определяет уровень капитала для покрытия операционного риска. Этот коэффициент определяется на основе анализа исторических убытков и риска, связанного с каждой областью. Бета служит в качестве основы для общеотраслевой связи между историческими убытками от операционного риска для данного направления бизнеса и совокупным уровнем валового дохода для этого направления. Следует отметить, что в стандартизированном подходе валовый доход измеряется по каждой бизнес-линии, а не по всему учреждению.

Валовый доход для каждого бизнес-направления рассчитывается как сумма процентного и непроцентного доходов, полученных банком в рамках определенного направления.

4.2 Standardised Approach (SA)

Показатель GI включает комиссионные доходы, торговый доход и другие непроцентные доходы, которые образуются в результате специфической деятельности в определенном направлении.

$$K_{SA} = \{\sum_{1-3 \text{ года}} \max [\sum (GI_{1-8} \times \beta_{1-8}), 0]\} / 3, \text{ где}$$

K_{SA} – капитал, требуемый для покрытия операционного риска по SA подходу;

GI_{1-8} – годовой положительный валовой доход за последние три года по каждому из 8 направлений деятельности;

β_{1-8} – коэффициент операционного риска по каждому направлению деятельности.

Бизнес-направление	Коэффициент β
Корпоративные финансы	18%
Торговля и продажи	18%
Розничный банкинг	12%
Коммерческая деятельность	15%
Платежи и расчеты	18%
Агентские услуги	15%
Управление активами	12%
Брокерские услуги	12%

Таблица 2. Коэффициенты операционного риска β для бизнес-направлений

В таблице представлены данные по доходам за 3 года по 8-ми бизнес направлениям:

Бизнес-направление	1 год (млрд)	2 год (млрд)	3 год (млрд)
Корпоративные финансы	10	12	11
Торговля и продажи	15	18	16
Розничный банкинг	8	9	10
Коммерческая деятельность	11	9	12
Платежи и расчеты	9	11	13
Агентские услуги	8	12	11
Управление активами	7	5	3
Брокерские услуги	1	2	3

4.2 Standardised Approach (SA)

Валовый доход по бизнес направлениям:

Корпоративные финансы = $(10+12+11)/3 = 11$ млрд

Торговля и продажи = $(15+18+16)/3 = 16,3$ млрд

Розничный банкинг = $(8+9+10)/3 = 9$ млрд

Коммерческая деятельность = $(11+9+12)/3 = 10,7$ млрд

Платежи и расчеты = $(9+11+13)/3 = 11$ млрд

Агентские услуги = $(8+12+11)/3 = 10,3$ млрд

Управление активами = $(7+5+3)/3 = 5$ млрд

Брокерские услуги = $(1+2+3)/3 = 2$ млрд

Для расчета капитала на покрытие операционного риска средний доход за последние 3 года по каждому направлению умножается на коэффициент β :

$$\text{KSA} = 11 * 18\% + 16,3 * 18\% + 9 * 12\% + 10,7 * 15\% + 11 * 18\% + 10,3 * 15\% + 5 * 12\% + 2 * 12\% = 12,0 \text{ млрд}$$

Таким образом, капитал на покрытие операционного риска, рассчитанный на основе стандартизированного подхода, будет равен 12 млрд.

4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)

Advanced Measurement Approach (AMA) — это продвинутый подход Базеля II для расчета капитала, необходимого для покрытия операционного риска. AMA является наиболее сложным и гибким подходом и позволяет банкам использовать собственные внутренние модели и данные для оценки капитала. AMA применим для крупных банков с развитой системой управления рисками.

В отличие от VIA и SA, где используются установленные регулятором коэффициенты, в AMA банки могут учитывать уникальные характеристики операционного риска и применять индивидуализированные методы управления.

В основе расчета капитала в подходе AMA лежит методология Value-at-Risk (VaR). Капитал рассчитывается так, чтобы покрыть потенциальные операционные убытки на один год с вероятностью в 99,9%. Это позволяет банку получить точную оценку риска и определить, какой объем капитала потребуется для покрытия убытков при наихудших сценариях.

4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)

АМА использует четыре основных источника данных для моделирования операционного риска: внутренние данные об операционных убытках (исторические данные об убытках, которые банк понес за прошлые годы), внешние данные об убытках (данные об операционных инцидентах и убытках в аналогичных учреждениях), сценарный анализ (стресс-тестирование на основе сценариев с возможными операционными рисками, учитывая потенциальные внешние или внутренние события), факторы деловой среды и системы внутреннего контроля.

В рамках АМА подхода используются следующие методы моделирования риска:

- операционный риск оценивается на основе модели, которая прогнозирует частоту и тяжесть потенциальных убытков;
- модели Extreme Value Theory используются для оценки событий с низкой частотой возникновения и высокой степенью тяжести (extreme losses);

Теория экстремальных значений (EVT) в моделях Advanced Measurement Approach (АМА) применяется для анализа и моделирования убытков с низкой частотой возникновения и высокой степенью тяжести, которые выходят за рамки обычного распределения событий. В АМА, EVT помогает банкам и финансовым организациям лучше прогнозировать и оценивать вероятности экстремальных убытков, позволяя им управлять потенциальными рисками более эффективно.

EVT фокусируется на моделировании хвостовых значений распределений, что позволяет лучше понять распределение убытков на уровне экстремальных событий (крупные финансовые потери, вызванные сбоями или мошенничеством). Ключевыми подходами в теории EVT являются методы Block Maxima и Peaks Over Threshold (POT).

В методе Block-Maxima данные разбиваются на блоки (например, месяцы или кварталы), и для каждого блока фиксируется максимум. Затем применяется распределение экстремальных значений Гумбеля.

В методе Peaks-Over-Threshold (POT) устанавливается порог, выше которого значения считаются экстремальными (например, редкие убытки сверх определенной суммы). Это позволяет учитывать не только максимум из блока, но и все значительные события, что повышает точность в оценке рисков крупных убытков.

4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)

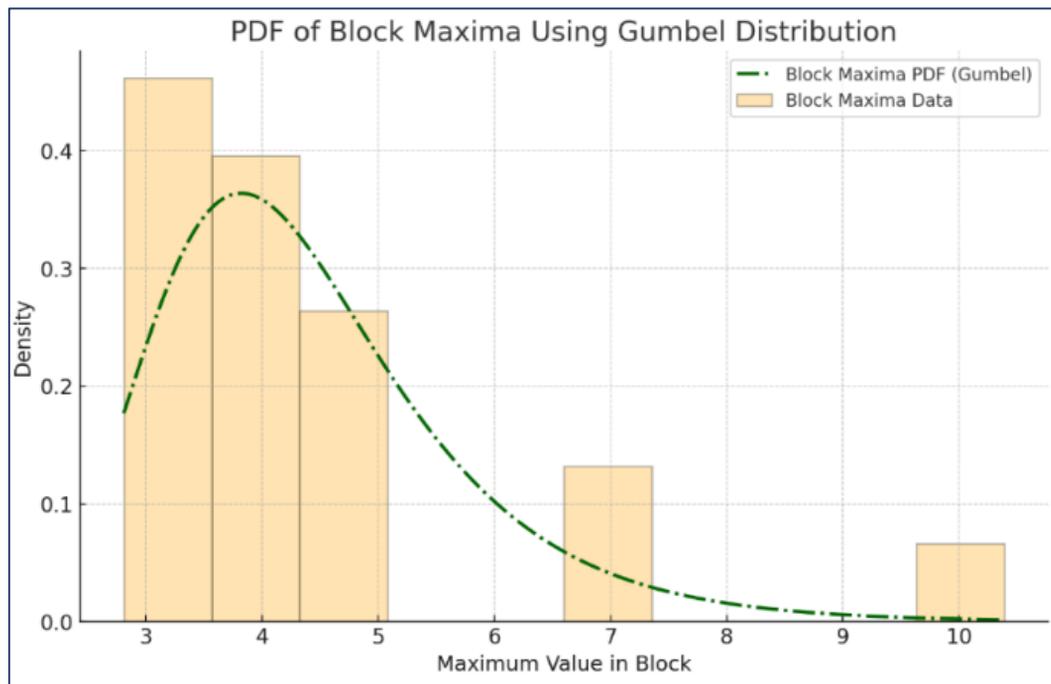


Рисунок 5. Подход Block-Maxima

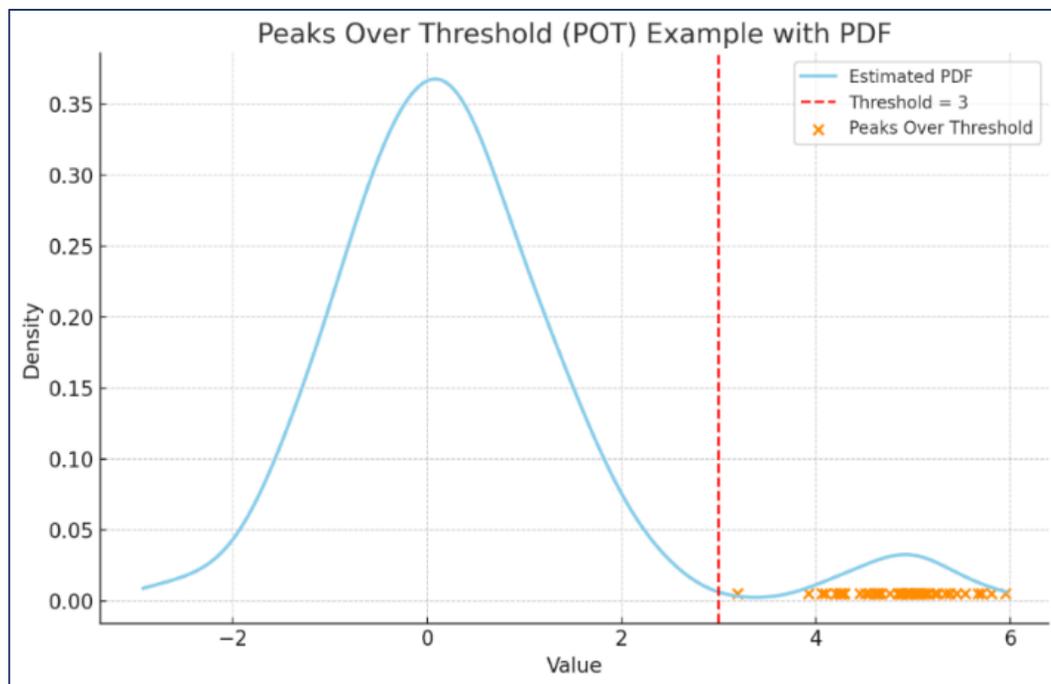


Рисунок 6. Метод Peaks-Over-Threshold

4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)

EVT помогает в оценке метрик VaR и CVaR для экстремальных значений убытков. В AMA банки рассчитывают капитал, необходимый для покрытия операционных рисков, и EVT помогает рассчитать вероятностные показатели, соответствующие экстремальным убыткам.

EVT позволяет построить модели частоты и тяжести отдельных событий, используя подходы частотного и тяжелого хвостового распределения. Это улучшает качество оценки значительных убытков и их вероятности, что важно для формирования капитала и сценарного анализа.

Теория экстремальных значений может быть использована вместе с историческими данными, симуляциями и стресс-тестированием, чтобы обеспечить комплексное покрытие всех видов операционных рисков.

Практическая выгода EVT в моделях AMA состоит в улучшении качества оценки убытков для формирования достаточного капитала в соответствии с регуляторными требованиями. Модели, основанные на EVT, помогают подготовить финансовые организации к редким событиям, которые могли бы нанести значительный ущерб в случае возникновения.

Симуляция Монте-Карло - метод моделирования, который позволяет создавать множество случайных сценариев для оценки совокупных операционных потерь на основе вероятности различных событий.

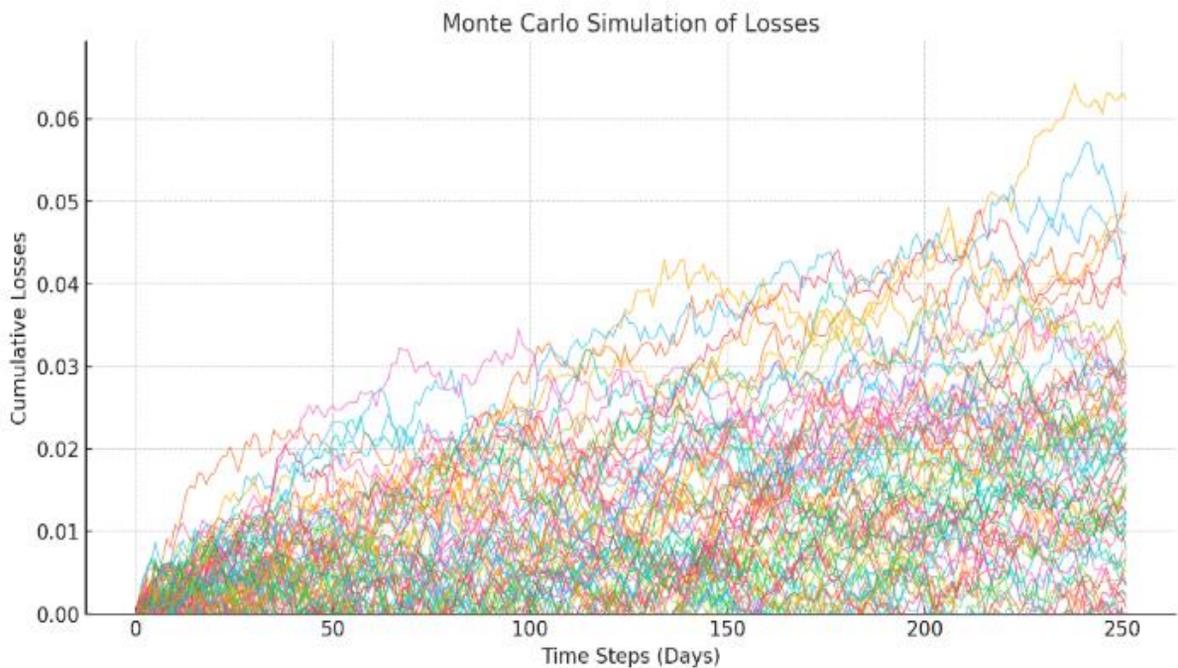


Рисунок 7. Симуляция Монте-Карло

4.3 Advanced Measurement Approach (AMA)

Симуляция Монте-Карло в АМА используется для различных распределений частоты и тяжести событий, учитывает крайние значения распределений, что важно для анализа экстремальных убытков.

Для банков, применяющих АМА подход, Базельским комитетом установлены строгие требования к данным, которые могут использоваться в АМА, для обеспечения высокой точности и надежности оценок. Кроме того, сложность и высокие затраты на реализацию делают АМА подход применимым в основном к банкам с развитой инфраструктурой управления рисками.

4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)

Базельским комитетом по банковскому надзору в 2017 году опубликовано руководство «Basel III: Finalising post-crisis reforms». В рамках данного руководства был представлен обновленный подход SA, заменяющий все существующие подходы в Базель II.

Методология стандартизованного подхода для расчета экономического капитала на покрытие операционного риска основывается на следующих компонентах:

- бизнес-индикатор (BI), который является показателем операционного риска, основанным на финансовой отчетности;
- компонент бизнес-индикатора (BIC), который рассчитывается путем умножения BI на коэффициенты (α_i);
- коэффициент внутренних потерь (ILM), который является фактором, основанным на статистических потерях банка и на BIC.

Бизнес-индикатор (BI) включает 3 компонента: проценты, аренда и дивиденды (ILDC); сервис (SC) и финансовый компонент (FC).

BI рассчитывается как:

$$BI = ILDC + SC + FC$$

4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)

$ILDC = \text{Min}[\text{Abs}(\text{Процентные доходы} - \text{Процентные расходы}); 2,25\% * \text{Активы, приносящие доход}] + \text{Доходы от дивидендов}$

$SC = \text{Max}[\text{Прочие операционные доходы}; \text{Прочие операционные расходы}] + \text{Max}[\text{Комиссионные доходы}; \text{Комиссионные расходы}]$

$FC = \text{Abs}(\text{Чистый доход/убыток от торговой деятельности}) + \text{Abs}(\text{Чистый доход/убыток от банковской деятельности})$

Показатели, использованные в расчете компонентов, рассчитываются как среднее значение за истекшие три года.

Для вычисления BIC (компонент бизнес-индикатора), BI умножается на коэффициенты α_i . Коэффициенты увеличиваются с ростом величины BI, как показано в таблице:

Корзина	Диапазон BI (млрд)	Коэффициенты α_i
1	≤ 1	12%
2	$1 < BI \leq 30$	15%
3	> 30	18%

Пример для BI, равного 700 млрд:

$$BIC = (1 \times 12\%) + (30-1) \times 15\% + (700-30) \times 18\% = 125,1 \text{ млрд}$$

Статистика внутренних потерь от операционного риска банка влияет на расчет капитала на покрытие операционного риска через коэффициент внутренних потерь (ILM). ILM определяется как:

$$ILM = \text{Ln}(\exp(1) - 1 + (LC/BIC)^{0,8}), \text{ где}$$

LC – компонент потерь,

BIC – компонент бизнес-индикатора.

LC равен средним ежегодным убыткам от операционного риска за предыдущие 10 лет. Когда LC и BIC равны, тогда $ILM = 1$.

В случае отсутствия данных по операционным убыткам за последние 10 лет, банком могут быть использованы данные за 5 лет. При отсутствии 5-летних данных, банки рассчитывают требование к капиталу на покрытие операционного риска только на основе компонента BI.

4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)

Допустим, банк имеет следующие операционные убытки за последние 10 лет (в млрд):

Год	Убытки (млрд)
2024	20
2023	15
2022	10
2021	25
2020	30
2019	5
2018	12
2017	8
2016	18
2015	22

Тогда LC рассчитывается как средний операционный убыток за 10 лет:

$$LC = (20+15+10+25+30+5+12+8+18+22)/10 = 165/10 = 16.5 \text{ млрд}$$

Далее рассчитывается показатель ILM:

$$ILM = \text{Ln} \left(\exp(1) - 1 + \left(\frac{16.5}{700}\right)^{0.8} \right) = 1.92$$

Таким образом, капитал на покрытие операционного риска будет равен:

$$\underline{ORC = 125,1 * 1,92 = 240,2 \text{ млрд}}$$

Требования к капиталу на покрытие операционного риска определяются значениями BIC и ILM. Для банков в корзине 1 (с BI ≤ 1 млрд евро) данные о внутренних потерях не влияют на расчет капитала. То есть ILM = 1, капитал на покрытие операционного риска равен BIC (= 12% · BI).

Минимальный капитал на покрытие операционного риска (ORC) рассчитывается путем умножения BIC и ILM:

$$ORC = BIC \cdot ILM$$

4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)

При расчете экономического капитала на покрытие операционного риска, операционные потери, связанные с кредитным риском и учитываемые в RWA по кредитному риску, не должны включаться в данные о потерях. Операционные потери, связанные с кредитным риском, но не учитываемые в кредитном риске, должны быть включены в данные о потерях.

Потери от операционного риска, связанные с рыночным риском, рассматриваются как операционный риск для целей расчета капитала и будут подлежать учету в рамках стандартизированного подхода к оценке операционного риска.

Валовый убыток – это потери до возмещения любого типа. Чистый убыток определяется как потери после учета влияния возмещения. Возмещение является независимым событием, связанным с первоначальным событием потерь, отдельным во времени, в котором средства или приток экономических выгод поступают от третьего лица. Банки должны иметь возможность идентифицировать суммы валовых потерь и страховых возмещений в разрезе всех событий, повлекших операционные потери. В наборе данных о потерях банки должны использовать потери за вычетом возмещения (включая страховые возмещения). Однако возмещение может быть использовано для уменьшения потерь только после того, как платеж получен банком. Дебиторская задолженность возмещением не считается.

В расчет общей величины потерь, вычисленной на основе набора данных о потерях, должны быть включены следующие компоненты:

(a) прямые издержки, включая обесценения и расчеты, на банковские счета доходов и расходов и списания из-за события операционного риска;

(b) расходы, понесенные в результате события, включая внешние расходы, находящиеся в прямой связи с событием операционного риска (например, судебные расходы, непосредственно связанные с событием, и сборы, выплачиваемые советникам, адвокатам или поставщикам) и расходы на ремонт или замену, понесенные для восстановления состояния, преобладающего до события операционного риска.

(c) провизии или резервы, учтенные в доходах и расходах, в отношении потенциального воздействия на операционные потери;

(d) убытки, возникающие в результате событий операционного риска с определенными финансовыми последствиями, которые временно учитываются на специальных счетах и еще не отражены в отчете о прибылях и убытках;

4.4 Базель III: Standardised Measurement Approach (SMA)

(е) Негативные экономические последствия, зафиксированные в финансовом отчетном периоде, из-за событий операционного риска, влияющих на денежные потоки или финансовую отчетность предыдущих финансовых отчетных периодов («временные потери»). Существенные «временные потери» должны быть включены в набор данных об убытках, когда они вызваны событиями операционного риска, которые охватывают более одного финансового отчетного периода и приводят к правовому риску.

Из расчета совокупных потерь следует исключить следующие данные о потерях:

(а) Расходы на техническое обслуживание основных средств (собственность, производство, оборудование);

(б) Внутренние или внешние расходы для восстановления бизнеса после реализации операционного риска: модернизация, совершенствование, инициативы по оценке рисков и прочие улучшения;

(с) Страховые взносы.

4.5. Преимущества SMA подхода по сравнению со подходами BIA, SA, AMA

Банками применяются различные подходы расчета капитала на покрытие операционного риска, в том числе, расчет проводится в соответствии с требованиями Правил № 170.

Методы BIA, SA, AMA имеют определенные недостатки, их применение может приводить к некорректной оценке капитала для покрытия операционного риска.

4.5. Преимущества SMA подхода по сравнению со подходами BIA, SA, AMA

Подход	Преимущества	Недостатки
AMA	учет специфики операционных рисков	сложность разработки и валидации моделей
	возможность использования исторических данных и сценариев	высокая субъективность в выборе распределений и методов
	применим для крупных банков с большими ресурсами	значительные затраты на реализацию
	возможность учитывать значительные убытки с низкой частотой возникновения	сложность мониторинга со стороны регуляторов
BIA	простота реализации	не учитывает профиль и размер операционного риска
	низкие затраты на внедрение	зависимость только от общего дохода банка
	применим для малых и средних банков	не учитывает фактические убытки
		неспособность учитывать экстремальные события
SA	более детализированная структура, чем BIA	ограниченная адаптивность для уникальных рисков банка
	учитывает разные источники доходов (разделение на бизнес-линии)	сложнее в реализации, чем BIA, точность ниже, чем в AMA
	простота расчета в рамках отдельных бизнес-направлений	не учитывает исторические убытки
		учитывает доходы банка, не учитывает фактические операционные убытки

Таблица 3. Преимущества и недостатки подходов оценки операционного риска

Подход SMA предусматривает единую методологию, которая упрощает расчет капитала на покрытие операционного риска и устраняет субъективность и несогласованность, свойственные AMA. Использование SMA подхода позволит банкам учитывать редкие, но значительные события (использование компонента исторических убытков LC), снизить затраты на разработку внутренних моделей. Данный подход делает процесс управления операционными рисками более понятным для всех участников — как банков, так и регуляторов.

5. ВАЛИДАЦИЯ МОДЕЛЕЙ

Валидация моделей представляет собой совокупность процессов и мероприятий, направленных на подтверждение того, что модели функционируют в соответствии с ожидаемыми результатами, их целями и бизнес-применением. Эффективная валидация помогает убедиться в надежности моделей, а также выявляет их потенциальные ограничения и допущения. Все компоненты модели, включая входные данные, процесс обработки и отчетность, должны проходить валидацию. Это относится как к моделям, разработанным внутри компании, так и к приобретенным у сторонних разработчиков или консультантов. Степень тщательности проверки должна соответствовать общему использованию моделей в банке, их сложности, значимости и масштабу операций банка.

Проверка должна проводиться людьми, которые не несут ответственности за разработку или использование модели и не заинтересованы в признании её валидности. Сотрудники, занимающиеся валидацией, должны обладать необходимыми знаниями, навыками и опытом. Регулярная валидация помогает убедиться, что изменения в рыночной среде, продуктах или практике банка не создают новых рисков. Например, если модели кредитного риска не учитывают изменения в правилах андеррайтинга своевременно, это может привести к ошибочным и затратным бизнес-решениям до того, как ухудшение производительности модели станет очевидным.

Эффективная валидация моделей помогает снизить модельный риск за счет выявления ошибок модели, корректирующих действий и обеспечения их корректного использования. Она также предоставляет оценку надежности модели, основываясь на ее допущениях, теории и методах. Если результаты последовательно выходят за пределы допустимого диапазона, модели должны быть переработаны.

5.1 Ключевые элементы комплексной валидации

Эффективная структура валидации должна включать три основных элемента:

1. Оценка концептуальной обоснованности.
2. Постоянный мониторинг.
3. Анализ результатов.

1. Оценка концептуальной обоснованности

Данный элемент включает оценку качества проектирования и построения модели. В него входит обзор документации и эмпирических данных, подтверждающих методы и выбранные переменные для модели. Документация и тестирование должны способствовать пониманию ограничений модели и её предположений. Валидация должна гарантировать, что суждения, используемые при проектировании модели, являются обоснованными, тщательно продуманными и соответствуют опубликованным исследованиям и лучшим практикам. Проверка доказательств разработки должна проводиться до введения модели в эксплуатацию, а также в рамках постоянной валидации, особенно при внесении существенных изменений в модель.

Надежный процесс разработки должен обеспечивать документальные доказательства в поддержку всех аспектов модели, включая общую теоретическую конструкцию, ключевые допущения, данные и конкретные математические расчеты. В рамках валидации модели эти аспекты должны подвергаться критическому анализу с оценкой качества и объема доказательств разработки и проведением дополнительного анализа и тестирования при необходимости. Актуальность данных, использованных для построения модели, должна оцениваться, чтобы обеспечить, что они достаточно представляют портфель банка или рыночные условия в зависимости от типа модели.

Банки должны применять анализ чувствительности при разработке и валидации модели, чтобы проверить влияние небольших изменений входных данных и параметров на результаты модели и убедиться, что они находятся в пределах ожидаемого диапазона. Неожиданно большие изменения в результатах в ответ на небольшие изменения входных данных могут указывать на нестабильную модель. Варьирование нескольких входных данных одновременно в рамках анализа чувствительности может выявить неожиданные взаимодействия, особенно если они сложны и интуитивно неочевидны. Банки получают преимущество от проведения стресс-тестирования модели для проверки её производительности при широком диапазоне входных данных и параметров, включая экстремальные значения, чтобы удостовериться, что модель является устойчивой. Данное тестирование помогает определить границы производительности модели, идентифицируя допустимый диапазон входных данных, а также условия, при которых модель может стать нестабильной или неточной.

5.1 Ключевые элементы комплексной валидации

Руководство должно иметь четкий план использования результатов анализа чувствительности и других количественных тестов. Если тестирование указывает на то, что модель может быть неточной или нестабильной в определенных условиях, руководство должно рассмотреть возможность изменения некоторых свойств модели, уменьшения зависимости от её результатов, введения ограничений на использование модели или разработки нового подхода.

Качественная информация и суждения, использованные при разработке модели, должны оцениваться, включая логику, суждения и типы использованной информации, чтобы установить концептуальную обоснованность модели и определить соответствующие условия для её использования. Процесс валидации должен гарантировать, что качественные, основанные на суждениях оценки проводятся в надлежащей и систематической форме, хорошо обоснованы и документированы.

2. Постоянный мониторинг

Постоянный мониторинг необходим для того, чтобы оценить, требуют ли изменения в продуктах, деятельности, клиентах или рыночных условиях корректировки, переработки или замены модели, а также чтобы проверить, является ли расширение модели за пределы её первоначального объема допустимым. Любые ограничения модели, выявленные на стадии разработки, должны регулярно оцениваться в рамках постоянного мониторинга. Мониторинг начинается с момента внедрения модели в производственные системы для фактического бизнес-использования. Этот мониторинг должен продолжаться периодически, с частотой, соответствующей характеру модели, доступности новых данных или методов моделирования и масштабу связанного с моделью риска. Банки должны разработать программу постоянного тестирования и оценки производительности модели, а также процедуры реагирования на любые возникающие проблемы. Эта программа должна включать проверку процессов и бенчмаркинг.

Верификация процессов обеспечивает, что все компоненты модели функционируют так, как было задумано. Она включает в себя верификацию того, что внутренние и внешние входные данные остаются точными, полными, соответствующими цели и проектированию модели и наивысшего качества. Программный код, реализующий модель, должен подвергаться строгим процедурам контроля качества и изменений, чтобы гарантировать его правильность, невозможность изменения без одобрения и регистрацию всех изменений для последующего аудита. Интеграция систем может быть проблемой и требует особого внимания, поскольку компонент обработки модели часто использует данные из различных источников, обрабатывает большие объемы данных и затем передает их в несколько хранилищ данных и отчетных систем.

5.1 Ключевые элементы комплексной валидации

Отчеты, полученные из результатов модели, должны быть проверены в рамках валидации, чтобы удостовериться в их точности, полноте и информативности, а также в наличии соответствующих индикаторов производительности модели и её ограничений. Многие тесты, используемые при разработке модели, должны быть включены в постоянный мониторинг и проводиться регулярно с учетом дополнительной информации, по мере её поступления. Новые эмпирические данные или теоретические исследования могут потребовать изменения или замены исходных методов. Регулярно должна проводиться проверка целостности и применимости как внутренних, так и внешних источников информации, включая данные, предоставленные третьими сторонами.

Анализ чувствительности и другие проверки на устойчивость и стабильность также должны проводиться на регулярной основе. Если модели хорошо работают только при определенных диапазонах значений входных данных, рыночных условий или других факторов, их следует отслеживать для выявления ситуаций, когда эти ограничения могут быть достигнуты или превышены.

Бенчмаркинг – это сравнение входных данных и результатов модели с оценками, полученными с помощью альтернативных внутренних или внешних данных, или моделей. Это может быть использовано как на стадии разработки модели, так и в процессе её постоянного мониторинга. Независимо от источника, модели бенчмаркинга должны быть строгими, а данные для бенчмаркинга должны быть точными и полными, чтобы обеспечить разумное сравнение. При несоответствии между выходными данными модели и бенчмарками должен быть разбор и поиск источников и степени различий, а также проверку того, находятся ли они в пределах ожидаемого или приемлемого диапазона, учитывая природу сравнения. Результаты такого анализа могут привести к предложениям по пересмотру модели. Однако различия не обязательно указывают на ошибку в модели. Сам бенчмарк представляет собой альтернативный прогноз, и различия могут быть вызваны различиями в данных или методах. Если модель и бенчмарк хорошо совпадают, это является доказательством в пользу модели, но следует трактовать это с осторожностью, чтобы банк не получил ложное чувство уверенности.

3. Анализ результатов

Третий ключевой элемент процесса валидации – это анализ результатов, который включает в себя сравнение выходных данных модели с соответствующими фактическими результатами. Точная природа сравнения зависит от целей модели и может включать оценку точности оценок или прогнозов, оценку способности ранжировать или другие соответствующие тесты. Во всех случаях такие сравнения помогают оценить производительность

5.1 Ключевые элементы комплексной валидации

модели, устанавливая ожидаемые диапазоны для фактических результатов в соответствии с целями модели и оценивая причины наблюдаемых отклонений между ними. Если анализ результатов выявляет плохую производительность, банк должен принять меры для устранения этих проблем. Анализ результатов обычно основывается на статистических тестах или других количественных мерах. Он также может включать экспертную оценку для проверки интуиции за результатами и подтверждения того, что результаты имеют смысл. Когда модель сама опирается на экспертные суждения, количественный анализ результатов помогает оценить качество этих суждений. Анализ результатов должен проводиться на постоянной основе, чтобы проверить, продолжает ли модель работать в соответствии с проектными целями и бизнес-применением.

Для анализа результатов могут быть использованы различные количественные и качественные тесты и аналитические методы. Выбор метода должен зависеть от методологии модели, её сложности, доступности данных и масштаба потенциального модельного риска для банка. Анализ результатов должен включать несколько тестов, поскольку любой отдельный тест имеет свои слабые стороны. Например, некоторые тесты лучше подходят для проверки способности модели ранжировать или сегментировать наблюдения на относительной основе, в то время как другие лучше проверяют абсолютную точность прогнозов. Тесты должны быть разработаны для каждой конкретной ситуации, поскольку не все они будут эффективными или выполнимыми в каждой ситуации, и следует уделять внимание выбору соответствующего типа анализа результатов для конкретной модели.

Модели регулярно корректируются с учетом новых данных или методов, или из-за ухудшения производительности. Параллельный анализ результатов, при котором прогнозы как исходной, так и откорректированной модели сравниваются с фактическими результатами, является важной проверкой таких изменений модели. Если откорректированная модель не превосходит исходную, разработчики, пользователи и рецензенты должны понять, что дополнительные изменения – или даже полное переработка – вероятно необходимы, прежде чем откорректированная модель заменит исходную.

Обратное тестирование является одной из форм анализа результатов; конкретно это включает сравнение фактических результатов с прогнозами модели за период времени, не использованный при разработке модели, и с частотой наблюдений, которая соответствует горизонту прогнозирования или периоду оценки модели. Сравнение обычно выполняется с использованием ожидаемых диапазонов или статистических доверительных интервалов вокруг прогнозов модели. Когда результаты выходят за эти интервалы, банк должен проанализировать несоответствия и исследовать причины, которые имеют значимость с точки зрения величины или частоты. Цель анализа – определить, исходят ли различия из пропуска важных факторов в модели, являются ли они

5.1 Ключевые элементы комплексной валидации

результатом ошибок в других аспектах спецификации модели, таких как взаимодействия или допущения линейности, или же являются случайными и, таким образом, соответствуют приемлемой производительности модели. Анализ в пределах выборки и производительности модели на отложенных данных (данные, отложенные и не использованные для оценки исходной модели) являются важными частями разработки модели, но не могут быть заменой обратному тестированию. Хорошо известным примером обратного тестирования является оценка VaR, при которой фактическая прибыль и убыток сравниваются с распределением прогнозируемых потерь модели. Значительные отклонения между ожидаемыми и фактическими результатами и необъяснимая волатильность в прибыли и убытках торговой деятельности могут свидетельствовать о том, что хеджирование и ценообразование не измеряются должным образом с помощью данной методики. Наряду с измерением частоты потерь, превышающих перцентиль VaR, банки должны использовать другие тесты, такие как оценка кластеризации исключений и проверка распределения потерь по другим оцененным персентильям.

Анализ результатов даже высококачественного и хорошо спроектированного обратного тестирования может представлять сложности, поскольку это не является простым механическим процессом, который всегда дает однозначные результаты. Цель заключается в тестировании модели, а не отдельных прогнозируемых значений. Обратное тестирование может включать анализ большого числа прогнозов в разных условиях, за различные промежутки времени. Статистическое тестирование является обязательным в таких случаях, но такие тесты могут быть сложными как в выборе подходящих тестов, так и в интерпретации результатов; банки должны поддерживать и документировать как выбор тестов, так и их интерпретацию. Модели с долгосрочными прогнозами должны проходить обратное тестирование, но с учетом времени, необходимого для накопления нужных данных, такое тестирование должно дополняться оценкой на более коротких периодах. Банки должны использовать анализ результатов, состоящий из «предупреждающих» метрик, предназначенных для измерения производительности, начиная сразу после введения модели и анализа трендов производительности с течением времени. Эти инструменты анализа результатов не могут заменить обратное тестирование, которое всё равно должно проводиться в долгосрочной перспективе, но являются важными дополнениями.

Анализ результатов и другие элементы процесса валидации могут выявить значительные ошибки или неточности в разработке модели или результатах, которые постоянно выходят за заранее определенные допустимые пределы. В таких случаях требуется корректировка модели, её повторная настройка или переработка. Корректировки и повторная настройка должны руководствоваться принципом осторожности и проходить независимую проверку. Существенные изменения в структуре модели или методике, а также все переработки модели должны подвергаться валидации с соответствующей полнотой и тщательностью до внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая актуальность изложенных проблем и вызовов, мы разработали методические рекомендации, направленные на поддержку банков в создании и внедрении эффективных систем внутреннего капитала. В документе отражены лучшие международные практики, основанные на стандартах Базельского комитета по банковскому надзору (BCBS) и Европейского банковского управления (EBA), что обеспечивает его соответствие современным регуляторным требованиям и рыночным реалиям.

Рекомендации включают детальное описание методов оценки ключевых категорий рисков, практические инструменты для интеграции внутреннего капитала в бизнес-процессы, а также принципы, направленные на улучшение устойчивости банковской деятельности. Реализация предложенных подходов позволит банкам не только укрепить свои позиции в условиях возросшей волатильности, но и внести существенный вклад в стабильность финансовой системы в целом.

Мы надеемся, что данный документ станет надежным ориентиром для банков и окажет содействие в адаптации к изменяющимся условиям, повышении качества управления рисками и усилении доверия заинтересованных сторон.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1) Hull, J., and A. White. 1998. «Incorporating volatility updating into the historical simulation method for VaR» Journal of Risk 1: 5–19.
- 2) «The Fundamental Review of the Trading Book (FRTB), Basel Committee on Banking Supervision (BCBS)».
- 3) Постановление Правления НБ РК от 13 сентября 2017 года № 170 «Об установлении нормативных значений и методик расчетов пруденциальных нормативов и иных обязательных к соблюдению норм и лимитов, размера капитала банка и Правил расчета и лимитов открытой валютной позиции».
- 4) Kevin Dowd, Measuring Market Risk, 2nd Edition (West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2005). Chapter 3.
- 5) Paul Kupiec, «Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models», Journal of Derivatives, 2 (December 1995): 73–84.
- 6) P.F. Christofferson, «Evaluating Interval Forecasts», International Economic Review, 39 (1998), 841–862.
- 7) BIS - CRE 31/ IRB approach: risk weight functions/Version effective as of 15 Dec 2019
- 8) BIS – An Explanatory Note on the Basel II IRB weight function – July 2005
- 9) EU – Regulation (EU) №575/2013 of the European Parliament and of the council / of 26 June 2013
- 10) “Supervisory guidance on model risk management” (April, 2011), Board of Governors of the Federal Reserve System Office of the Comptroller of the Currency.

РАЗРАБОТАНО ПРИ УЧАСТИИ:

1. **Тимур Абилкасымов, FRM** – Заместитель Председателя АРРФР
2. **Жандос Абдикадиров** – Директор ДБР АРРФР
3. **Алмат Ахматолла** – Заместитель директора ДБР АРРФР
4. **Айжарык Туриспаев, FRM** – Начальник управления
5. **Бакытжан Жапаров, FRM** – Исполнитель по блоку «Рыночный риск», «Валидация моделей», «Кредитный риск»
6. **Тоғжан Нурманова** – Исполнитель по блоку «Операционный риск», «Кредитный риск»
7. **Енлик Абилова** – Исполнитель по блоку «Кредитный риск»
8. **Маргарита Абдулаева** – Исполнитель по блоку «Операционный риск», «Кредитный риск»