

Приложение №2

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ «ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ VAR И СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ БАНКОВСКИХ ПОРТФЕЛЕЙ»

**АВТОР: РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА ФАРРАХОВ И.Т.
ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ: ООО НВП «ИНЭК»**

Москва, 2005г.

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Актуальность темы	4
1.2. Новизна темы.....	4
1.3. Объект, цель и задачи настоящей методологии	4
1.3.1. Объектами разработки в рамках создания настоящей методологии являются:	4
1.3.2. Цель.....	4
1.3.3. Задачи	4
1.4. Оценка современного состояния вопросов оценивания показателя VaR и стресс – тестирования банковских портфелей	4
2. ФАКТОРЫ РИСКА	6
2.1. Кредитный риск (подход ИНЭК)	6
2.2. Фондовый риск.....	6
2.3. Валютный риск	7
2.4. Процентный риск (подход ИНЭК).....	7
2.5. Влияние факторов риска на финансовый результат	8
3. КОНЦЕПЦИЯ VAR	9
3.1. Дельта-нормальный метод (подход ИНЭК)	9
3.1.1. Модели прогнозирования и оценки статистических параметров факторов риска... 10	10
Усреднение за период.....	10
Линейная экстраполяция	11
Квадратичная экстраполяция	11
Экспоненциальное среднее.....	11
Экспоненциальное сглаживание 1-го порядка	12
Экспоненциальное сглаживание 2-го порядка	12
Модель авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего (модель Бокса-Дженкинса) 13	13
3.1.2. Оценка показателя VaR	13
3.1.3. Анализ чувствительности	13
Чувствительность к изменению фактора риска	13
Чувствительность к изменению волатильности фактора риска.....	14
Чувствительность к изменению величины составляющей банковского портфеля	14
3.2. Метод исторического моделирования.....	14
3.3. Метод стохастического моделирования (Монте-Карло).....	15
3.4. Верификация оценок VaR по историческим данным (Backtesting).....	15
4. СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ	17
4.1. Сценарии проведения стресс-тестов банковского портфеля	17
4.2. Модели проведения стресс-тестирования.....	17
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	18
5.1. Краткие выводы по результатам решения задач	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	18

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Банковский риск – возможность потери кредитной организацией части своих ресурсов, недополучение ожидаемой прибыли или появление дополнительных расходов в результате осуществления банковской деятельности.
2. Величина банковского риска – стоимостная оценка подверженности риску (exposure), которая может выражаться, например, с помощью такого показателя как максимальная сумма, которую можно потерять в результате изменения того или иного фактора риска за определенный период времени с заданной вероятностью.
3. Факторы банковского риска – случайные величины или события, непосредственно влияющие на величину банковского риска.
4. Кредитный риск - риск возникновения убытков вследствие либо несвоевременного, либо неполного исполнения должником финансовых обязательств перед кредитной организацией в соответствии с условиями договора (риск объявления дефолта). Кроме того, к кредитному риску также относятся возможные потери, связанные с понижением кредитного рейтинга заемщика (необходимость создания резервов под возможные потери, снижение рыночной стоимости обязательств заемщика и т.п.).
5. Фондовый риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения рыночных цен на фондовые ценности (ценные бумаги) и производные финансовые инструменты.
6. Валютный риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения курсов иностранных валют и/или драгоценных металлов по открытым позициям банковского портфеля в иностранных валютах и/или драгоценных металлах.
7. Процентный риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения процентных ставок по активам, пассивам и внебалансовым инструментам банковского портфеля.
8. Показатель VaR – выраженная в базовой валюте оценка величины убытков, которую с заданной вероятностью (доверительной вероятностью) не превысят ожидаемые потери банковского портфеля в течение заданного периода времени (временного горизонта) при условии сохранения текущих тенденций макро- и микроэкономической рыночной конъюнктуры.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

r	Арифметическая доходность
X_t	Значение фактора риска в период t
K	Степень влияния фактора риска на финансовый результат банковского портфеля
R	Изменение стоимости банковского портфеля или финансовый результат банковского портфеля
Z_t	Значение логарифмического темпа роста фактора риска в период t
L	Логарифмическая доходность
S	Чувствительность финансового результата

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Актуальность темы

Анализ международной и отечественной практики постановки риск-менеджмента в кредитных организациях доказывает актуальность и необходимость создания простой и эффективной методологии оценки рисков. Также это обуславливается и подтверждается следующим:

- требованиями Банка России по организации риск-менеджмента и проведения процедур стресс-тестирования в кредитных организациях;
- соглашениями и подходами Базельского комитета по банковскому надзору к оценке достаточности капитала банков;
- необходимостью соответствия российскими кредитными организациями требованиям международным стандартам финансовой отчетности.
- отсутствием общепринятой концепции и достаточной формализации методологий оценки ожидаемых потерь и экономического капитала кредитных организаций;

1.2. Новизна темы

Новизна темы заключается в том, что в настоящее время кредитными организациями для анализа своих возможных потерь используются в основном однофакторные модели, что далеко не всегда является адекватным и оправданным. Настоящая методология предполагает одновременное использование неограниченного числа факторов риска, что значительно улучшает качество и эффективность такого оценивания.

1.3. Объект, цель и задачи настоящей методологии

1.3.1. Объектами разработки в рамках создания настоящей методологии являются:

- новые подходы в области оценки показателей VaR банковских портфелей;
- новые подходы к оцениванию кредитного и процентного риска банковских портфелей;
- новые подходы к одновременному использованию факторов кредитного и рыночного рисков для оценки возможных потерь кредитных организаций.

1.3.2. Цель

Целью разработки настоящей методологии являются создание единых подходов к оцениванию возможных потерь кредитных организаций с использованием процедур оценки показателей VaR и стресс-тестирования их финансовых портфелей.

1.3.3. Задачи

Основные задачи, решаемые в рамках поставленной цели:

1. Формализация процедур оценки финансового результата банковских портфелей.
2. Разработка моделей влияния различных факторов риска на финансовый результат банковского портфеля.
3. Разработка нового подхода к оценке показателя VaR с помощью дельта-нормального метода.

1.4. Оценка современного состояния вопросов оценивания показателя VaR и стресс –тестирования банковских портфелей

Одна из важнейших целей управления рисками заключается в предотвращении единовременных значительных по величине убытков, которые могут иметь катастрофические последствия для кредитных организаций. Для оценки таких рисков обычно используют методы, основанные на концепции VaR-анализа, а также различные процедуры стресс-тестирования. Методы оценки рисков на основе концепции VaR позволяют рассчитать с заданной вероятностью максимальные ожидаемые убытки банковского портфеля при условии сохранения текущих рыночных тенденций в будущем.

В отличие от концепции VaR-анализа, процедуры стресс-тестирования позволяют оценить максимальные ожидаемые убытки для вероятных событий, которые напрямую не укладываются в текущие экономические тенденции и поэтому слабо поддаются прогнозированию.

В международной и отечественной практике используются различные методы оценки показателей VaR и стресс-тестирования банковских портфелей, основная масса которых используют либо однофакторные модели, либо модели с факторами риска одного типа. Модели, одновременно использующие для анализа факторы как кредитного, так и рыночного риска встречаются крайне редко. Такая ситуация не позволяет кредитным организациям адекватно оценивать свои возможные потери в целом по всему финансовому портфелю т.к. однофакторные модели не позволяют учитывать одновременные изменения нескольких факторов риска.

2. ФАКТОРЫ РИСКА

Методы оценки рисков основываются на анализе возможных изменений различных факторов риска, влияющих на деятельность кредитных организаций. Как правило, для идентификации рисков, риск-менеджментом кредитной организации осуществляется детальный анализ структуры банковского портфеля, в ходе которого выявляются основные факторы риска, непосредственно влияющие на изменение стоимости, как отдельных составляющих банковского портфеля, так и всего портфеля в целом. Такие факторы обычно включают в себя разнообразные компоненты кредитного и рыночного рисков.

В качестве факторов кредитного риска, как правило, используют оценки внешних рейтинговых агентств или оценки, сделанные на основании внутренних систем анализа финансовой устойчивости и платежеспособности контрагентов (внутренних рейтингов) кредитных организаций. В свою очередь, под факторами рыночного риска подразумевают различные факторы фондового, валютного и процентного рисков (цены на ценные бумаги, обменные курсы валют, процентные ставки и т.п.). Для измерения влияния факторов риска на стоимость финансового инструмента обычно используют величину, отражающую относительное изменение стоимости финансового инструмента (прирост стоимости), произошедшее за счет изменения значения соответствующего фактора риска, которую иногда называют арифметической «доходностью»:

$$r = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t}, \text{ где}$$

A_t - стоимость финансового инструмента на дату t ;

A_{t+1} - стоимость финансового инструмента на дату $t+1$;

2.1. Кредитный риск (подход ИНЭК)

Кредитный риск - риск возникновения убытков вследствие либо несвоевременного, либо неполного исполнения должником финансовых обязательств перед кредитной организацией в соответствии с условиями договора (риск объявления дефолта). Кроме того, к кредитному риску также относятся возможные потери, связанные с понижением кредитного рейтинга заемщика (необходимость создания резервов под возможные потери, снижение рыночной стоимости обязательств заемщика и т.п.). В подходе ИНЭК в качестве факторов риска этого типа используются значения кумулятивной вероятности объявления дефолта заемщиком в течение года, выраженная в процентах. Эта вероятность может быть получена либо на основании использования значений внутренних рейтингов, либо на основании публикуемых оценок внешних рейтинговых агентств.

В общем виде «доходность» фактора риска этого типа может быть выражена следующей формулой:

$$r = \frac{X_t (X_{t+1} - X_t)}{100 X_t} K, \text{ где} \quad (1.1)$$

X_t - значение фактора риска в базовый период времени t ;

X_{t+1} - значение фактора риска в период времени $t+1$;

Формула (1.1) характеризует относительное изменение стоимости соответствующего финансового инструмента за счет изменения значения фактора риска (кумулятивной вероятности дефолта), например, за счет необходимости создания или восстановления соответствующих резервов, в случае изменения кредитного рейтинга. Направление изменения стоимости финансового инструмента (тенденция изменения) и степень влияния фактора риска на финансовый результат определяется знаком коэффициента K и его значением. Значение коэффициента K в общем виде характеризует процент безвозвратных потерь в случае объявления дефолта заемщиком. Например, для выданных кредитов при условии 100% создания резервов под возможные потери коэффициент $K = -1$, т.е. при увеличении вероятности дефолта финансовый результат банковского портфеля должен уменьшаться на величину создаваемых резервов.

2.2. Фондовый риск

Фондовый риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения рыночных цен на фондовые ценности (ценные бумаги) и производные финансовые инструменты. В качестве факторов риска этого типа могут использоваться рыночные индексы или рыночные цены

финансовых инструментов (акций, облигаций и т.п.). В общем виде “доходность” фактора риска этого типа может быть выражена следующей формулой

$$r = \frac{X_{t+1} - X_t}{X_t} K \quad (1.2)$$

Тенденция и степень влияния фактора риска на финансовый результат определяется знаком коэффициента K и его значением. В том случае если факторы фондового риска влияют не на всю составляющую банковского портфеля, а только на определенную ее часть (допустим, какая-то составляющая портфеля включает несколько типов финансовых инструментов) тогда для каждого фактора риска величина коэффициента должна определять величину этой доли. Например, если в составе банковского портфеля находится лишь один вид приобретенных акций, а в качестве фактора риска используется рыночная цена этих акций, тогда коэффициент $K = 1$, т.е. при увеличении цены акций будет также пропорционально увеличиваться стоимость финансового инструмента. В то же время, если в состав портфеля входят акции, взятые в долг, или по этому виду акций в портфеле существует “короткая” позиция, тогда для такого финансового инструмента коэффициент $K = -1$, т.е. при увеличении цены акций финансовый результат банковского портфеля будет пропорционально уменьшаться. В случае если в состав портфеля входят производные финансовые инструменты или финансовые инструменты, используемые для маржинальной торговли, значение коэффициента K может определять величину кредитного плеча, а его знак - тип открытой позиции (отрицательный - “короткая” позиция, положительный - “длинная”).

2.3. Валютный риск

Валютный риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения курсов иностранных валют и/или драгоценных металлов по открытым позициям банковского портфеля в иностранных валютах и/или драгоценных металлах. В качестве факторов риска могут использоваться валютные индексы, форвардные или обменные курсы валют. В общем виде “доходность” фактора риска этого типа может быть выражена следующей формулой

$$r = \frac{X_{t+1} - X_t}{X_t} K \quad (1.3)$$

Тенденция и степень влияния фактора риска на финансовый результат определяется знаком коэффициента K и его значением. В том случае если факторы валютного риска влияют не на всю составляющую, а только на определенную ее часть (допустим, какая-то составляющая портфеля включает в себя несколько открытых валютных позиций) тогда для каждого фактора валютного риска величина коэффициента K должен определять величину этой доли. Например, если в состав банковского портфеля входит один вид приобретенных валютных инструментов, а в качестве валютного фактора риска используется значение курса соответствующей валюты, тогда коэффициент $K = 1$, т.е. при увеличении курса валюты финансовый результат банковского портфеля будет пропорционально увеличиваться. В то же время, если в состав портфеля входят валютные инструменты, взятые в долг, или по этому виду валюты в портфеле существует “короткая” позиция, тогда коэффициент $K = -1$, т.е. при увеличении валютного курса финансовый результат банковского портфеля будет пропорционально уменьшаться. В случае если в состав портфеля входят производные финансовые инструменты или финансовые инструменты, используемые для маржинальной торговли, значение коэффициента K может определять величину кредитного плеча, а его знак - тип открытой позиции (отрицательный - “короткая” позиция, положительный - “длинная”).

2.4. Процентный риск (подход ИНЭК)

Процентный риск - риск возникновения убытков вследствие неблагоприятного изменения процентных ставок по активам, пассивам и внебалансовым инструментам банковского портфеля. В отличие от общепринятого анализа разрывов срочности в структуре активов/пассивов банковского портфеля (анализа гэпов), позволяющего делать предположения о степени зависимости будущего финансового результата от возможного изменения рыночных процентных ставок, подход ИНЭК предполагает непосредственное оценивание величины будущего финансового результата банковского портфеля. В качестве факторов рисков этого типа используются значения ставок в процентах годовых.

В общем виде “доходность” фактора риска этого типа может быть выражена следующей формулой

$$r = \frac{X_t}{100} \frac{(X_{t+1} - X_t)}{X_t} K \quad (1.4)$$

Знак коэффициента K определяет тенденцию влияния, а его абсолютное значение определяет срочность финансовых инструментов в долях года. Например, для выданных кредитов с фиксированной ставкой на полугодовой срок коэффициент $K = -0.5$, т.е. при увеличении рыночных ставок финансовый результат банковского портфеля будет уменьшаться на величину недополученной прибыли, которую можно было бы получить за этот срок (в данном случае полгода) при более “удачном” вложении. В то же время для полученных кредитов с фиксированной ставкой на этот же срок коэффициент $K = 0.5$, т.е. при увеличении ставок финансовый результат будет увеличиваться на величину недополученных расходов, т.к. фактически кредиты были привлечены на этот срок по ставкам “ниже” рыночных.

2.5. Влияние факторов риска на финансовый результат

Влияние прогнозных изменений факторов риска на изменение стоимости банковского портфеля (на его финансовый результат) в общем виде может быть описано следующим выражением:

$$R_{t+1} = \sum_{i=1}^{N_A} A_i \left(\prod_{j=1}^{M_i} [1 + r_{t+1}^{i,j}] - 1 \right) - \sum_{i=1}^{N_P} P_i \left(\prod_{j=1}^{M_i} [1 - r_{t+1}^{i,j}] - 1 \right), \text{ где} \quad (2)$$

R_{t+1} - прогнозное изменение стоимости банковского портфеля относительно базовой стоимости в период времени t ;

N_A (N_P) – общее количество активных (пассивных) составляющих банковского портфеля;

M_i - общее количество факторов рисков влияющих на i -ю активную (пассивную) составляющую банковского портфеля;

$r_{t+1}^{i,j}$ - прогноз “доходности” j -го фактора риска, влияющего на i -ю активную (пассивную) составляющую банковского портфеля относительно его значения в базовый период времени t ;

A_i (P_i) - совокупная величина i -й активной (пассивной) составляющей банковского портфеля (совокупная позиция).

Выражение (2) включает в себя две части. Первая характеризует прогнозное изменение стоимости активной части банковского портфеля, вторая пассивной. Прогнозное изменение стоимости банковского портфеля определяется на основе прогнозных изменений заданных факторов риска относительно их базовых значений в период времени t . В выражении (2) прогнозные изменения факторов риска выражаются величинами соответствующих “доходностей”.

3. КОНЦЕПЦИЯ VAR

В общем виде показатель VaR – выраженная в базовой валюте оценка величины убытков, которую с заданной вероятностью (доверительной вероятностью) не превысят ожидаемые потери банковского портфеля в течение заданного периода времени (временного горизонта) при условии сохранения текущих тенденций макро- и микроэкономической рыночной конъюнктуры. Доверительная вероятность обычно выбирается риск-менеджментом в зависимости от степени отношения к риску, которая выражена в регламентирующих документах надзорных органов или приняты в корпоративной практике. Например, Базельский комитет по банковскому надзору рекомендует использовать уровень доверительной вероятности 99%. Временной горизонт для анализа показателя VaR обычно определяется таким периодом времени, в течение которого структура банковского портфеля не претерпевает существенных изменений.

Существуют два основных подхода к оценке показателя VaR. Первый подход основан на использовании аналитической аппроксимации функций расчета значений факторов риска, что позволяет применять упрощенные методы анализа. В рамках этого подхода обычно применяется дельта-нормальный метод оценки VaR. Второй, подход основан на непосредственном расчете значений факторов риска. В рамках этого подхода обычно применяют методы исторического моделирования с использованием значений факторов риска в предыдущие периоды времени, а также методы стохастического моделирования (Монте-Карло), в которых значения факторов риска моделируются с помощью датчика случайных чисел.

3.1. Дельта-нормальный метод (подход ИНЭК)

Основное допущение для использования дельта-нормального метода оценки показателя VaR банковского портфеля является предположение о том, что случайные величины, равные отношению значений факторов риска в текущий и предыдущий период времени (другими словами значения темпов роста факторов риска), подчиняются логарифмически-нормальному закону распределения.

$$Z_{t+1} = \ln\left(\frac{X_{t+1}}{X_t}\right) \sim N(\overline{Z_t}, \sigma_Z^2), \text{ где } (3)$$

X_t – значение фактора риска в базовый период времени t ;

$\overline{Z_t}$ – среднее значение (тренд) логарифмического темпа роста;

σ_Z – среднеквадратичное отклонение логарифмического темпа роста фактора риска от среднего значения или тренда (волатильность фактора риска).

В классических вариантах оценки VaR это допущение позволяет использовать “нормальность” суммы “чувствительностей” к изменениям стоимости составляющих банковского портфеля. В подходе ИНЭК это предположение используется следующим образом. Величину $\left(\frac{X_{t+1} - X_t}{X_t}\right)$, характеризующую

“доходность” факторов риска, при близких значениях X_t и X_{t+1} можно заменить выражением

$Z_{t+1} = \ln\left(\frac{X_{t+1}}{X_t}\right)$. При выполнении условия “нормальности” распределения этих величин, линейные

комбинации логарифмических темпов роста факторов риска и составляющих банковского портфеля, также будут удовлетворять этому условию. На основании этого, формулу изменения стоимости банковского портфеля (финансового результата банковского портфеля) (2) можно записать следующим образом.

$$R_{t+1} = \sum_{i=1}^{N_A} A_i \sum_{j=1}^{M_i} L_{t+1}^{i,j} - \sum_{i=1}^{N_P} P_i \sum_{j=1}^{M_i} L_{t+1}^{i,j} \quad (4)$$

R_{t+1} – прогнозируемое изменение стоимости банковского портфеля относительно базовой стоимости в период времени t ;

N_A (N_P) – общее количество активных (пассивных) составляющих банковского портфеля;

M_i – общее количество факторов рисков влияющих на i -ю активную (пассивную) составляющую банковского портфеля;

$L_{t+1}^{i,j}$ - прогнозное значение логарифмической “доходности” j-го фактора риска, влияющего на i-ю активную (пассивную) составляющую банковского портфеля;

$A_i(P_i)$ - совокупная величина i-й активной (пассивной) составляющей банковского портфеля (совокупная позиция).

В свою очередь, “доходность” факторов фондового (1.2) и валютного (1.3) риска может быть записана в следующем виде:

$$L = K \ln\left(\frac{X_{t+1}}{X_t}\right) = KZ$$

Соответственно формулы “доходности” процентного (1.4) и кредитного (1.1) факторов риска могут быть записаны так:

$$L = \frac{X_t}{100} K \ln\left(\frac{X_{t+1}}{X_t}\right) = \frac{X_t}{100} KZ$$

Для удобства расчетов формула (4) может быть переписана следующим образом.

$$R_{t+1} = \sum_{i=1}^N Z_{t+1}^i \sum_{j=1}^{M_i} K_j A_j = \sum_{i=1}^N Z_{t+1}^i B_i, \text{ где} \quad (5)$$

N - количество факторов риска, выбранных для анализа;

Z_{t+1}^i - прогноз логарифмического темпа роста i-го фактора риска для периода времени t+1 относительно его базового значения;

M_i - количество составляющих банковского портфеля (как активных, так и пассивных), подверженных влиянию i-го фактора риска;

K_j - коэффициент, определяющий степень и тенденцию влияния i-го фактора риска на финансовый результат портфеля, в состав которого входит составляющая;

A_j - совокупная величина j-й составляющей портфеля;

B_i - совокупная открытая позиция по i-му фактору.

Таким образом, с учетом сделанных предположений, формула (5) также как и формула (2) определяет прогноз изменения стоимости банковского портфеля относительно базовой даты, сделанный на основе прогнозных изменений значений факторов риска для банковского портфеля, заданной структуры.

3.1.1. Модели прогнозирования и оценки статистических параметров факторов риска

В подходе ИНЭК используются различные модели прогнозирования значений факторов риска и их волатильности, что в общем случае позволяет совместить процедуры оценки показателя VaR и стресс-тестирование банковского портфеля. Прогнозирование осуществляется на основании статистической обработки значений факторов риска за P выбранных периодов времени ($[t - P, t]$).

Усреднение за период

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования T принимается значение, рассчитанное по следующей формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = \frac{T}{P} \sum_{i=0}^P Z_{t-i} = TZ_t, \text{ где}$$

$\bar{Z}_t = \frac{1}{P} \sum_{i=0}^P Z_{t-i}$ - среднее значение логарифмического темпа роста, рассчитанное за выбранные

периоды времени;

P - количество периодов времени, выбранных для анализа;

\bar{Z}_{t+T} - прогноз логарифмического темпа роста для периода t + T;

Z_{t-i} - значение логарифмического темпа роста в период времени t – i.

В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования Т может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - \bar{Z}_t)^2}{P}} - \text{среднеквадратичное отклонение значений логарифмического темпа роста от среднего значения, рассчитанного за выбранные периоды времени.}$$

Линейная экстраполяция

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования Т принимается значение, которое может быть найдено по формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = \sum_{i=1}^T [b_0 + b_1 * (t + i)]$$

Коэффициенты b_0 и b_1 рассчитываются методом линейной регрессии на основании значений фактора риска за выбранные периоды времени. В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования Т может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{P} \sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - b_0 - b_1 * (t - i))^2} - \text{среднеквадратичное отклонение значений}$$

логарифмического темпа роста от линейного тренда, рассчитанного за выбранные периоды времени.

Квадратичная экстраполяция

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования Т принимается значение, которое может быть найдено по формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = \sum_{i=1}^T [b_0 + b_1 * (t + i) + b_2 * (t + i)^2]$$

Коэффициенты b_0 , b_1 и b_2 рассчитываются методом квадратичной регрессии на основании значений фактора риска за выбранные периоды времени. В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования Т может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{P} \sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - b_0 - b_1 * (t - i) - b_2 * (t - i)^2)^2} - \text{среднеквадратичное отклонение значений}$$

логарифмического темпа роста от квадратичного тренда, рассчитанного за выбранные периоды времени.

Экспоненциальное среднее

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования Т принимается значение, которое может быть найдено по формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = T(\alpha \sum_{i=0}^{P-1} (1 - \alpha)^i Z_{t-i} + (1 - \alpha)^P Z_{t-P}) = T\bar{Z}_t, \text{ где}$$

α - параметр экспоненциального сглаживания;

P - количество периодов времени, выбранных для анализа;

\bar{Z}_{t+T} - прогноз логарифмического темпа роста для периода t + T;

Z_{t-i} - значение логарифмического темпа роста в период времени t - i;

$\bar{Z}_t = \alpha \sum_{i=0}^{P-1} (1-\alpha)^i Z_{t-i} + (1-\alpha)^P Z_{t-P}$ - экспоненциальное среднее логарифмического темпа роста, рассчитанное за P периодов времени.

В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования T может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - \bar{Z}_{t-i})^2}{P}} - \text{среднеквадратичное отклонение значений логарифмического темпа}$$

роста факторов риска от экспоненциального среднего, рассчитанного за выбранные периоды времени;

\bar{Z}_{t-i} - экспоненциальное среднее логарифмического темпа роста, рассчитанное за P – i периодов времени.

Экспоненциальное сглаживание 1-го порядка

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования T принимается значение, найденное по формуле:

$$\bar{Z}_{t+i} = \sum_{i=1}^T [b_{0,t} + b_{1,t}(t+i)]$$

Коэффициенты $b_{0,t}$ и $b_{1,t}$ рассчитываются методом экспоненциального сглаживания 1-го порядка на основании значений фактора риска за выбранные периоды времени. В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования T может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - b_{0,t-i} - b_{1,t-i}(t-i))^2}{P}} - \text{среднеквадратичное отклонение значений}$$

логарифмического темпа роста от модельного тренда, рассчитанного за выбранные периоды времени.

Экспоненциальное сглаживание 2-го порядка

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования T принимается значение, найденное по формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = \sum_{i=1}^T [b_{0,t} + b_{1,t} * (t+i) + b_{2,t}(t+i)^2]$$

Коэффициенты $b_{0,t}$, $b_{1,t}$ и $b_{2,t}$ рассчитываются методом экспоненциального сглаживания 2-го порядка на основании значений фактора риска за выбранные периоды времени. В случае если выбранная модель прогнозирования достаточно адекватна, оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования T может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{T} \sigma_t, \text{ где}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^P (Z_{t-i} - b_{0,t-i} - b_{1,t-i}(t-i) - b_{2,t-i}(t-i)^2)^2}{P}} - \text{среднеквадратичное отклонение значений}$$

логарифмического темпа роста от модельного тренда, рассчитанного за выбранные периоды времени.

Модель авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего (модель Бокса-Дженкинса)

При использовании этой модели в качестве прогнозного значения логарифмического темпа роста для горизонта прогнозирования T принимается значение, найденное по формуле:

$$\bar{Z}_{t+T} = \sum_{i=1}^T [\varphi_1 z_{t+i-1} + \dots + \varphi_{p+d} z_{t+i-p-d} - \theta_1 a_{t+i-1} - \dots - \theta_q a_{t+i-q} + a_{t+i}], \text{ где}$$

φ_i, θ_i - коэффициенты, которые находятся с помощью специальных итерационных процедур;

a_i - ошибки аппроксимаций на этапе проведения итерационных процедур.

Оценка волатильности фактора риска для горизонта прогнозирования T может быть найдена с помощью формулы:

$$\bar{\sigma}_{t+T} = \sqrt{\sum_{i=1}^T \sigma_{t+i}^2}, \text{ где}$$

σ_{t+i} - среднеквадратичная ошибка прогноза построенной модели на i периодов вперед.

3.1.2. Оценка показателя VaR

Предположение о "нормальности" распределения логарифмических темпов роста факторов риска, позволяет найти дисперсию сделанного прогноза финансового результата (5) по следующей формуле:

$$\sigma_P^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N B_i \sigma_i \text{corr}(i, j) B_j \sigma_j, \text{ где} \quad (6)$$

N - количество выбранных факторов риска;

B_i - открытая позиция портфеля по i -му фактору риска;

σ_i - прогнозная волатильность i -го фактора риска, рассчитанная за выбранные периоды времени $[t - P, t]$;

$\text{corr}(i, j)$ - коэффициент корреляции между i -м и j -м факторами риска, рассчитанный за выбранные периоды $[t - P, t]$.

Показатель VaR финансового результата банковского портфеля заданной структуры может быть найден на основании следующей формулы:

$$VaR = K_{1-\alpha} * \sigma_P, \text{ где} \quad (7)$$

$K_{1-\alpha}$ - квантиль нормального распределения, определяемый необходимым значением доверительной вероятности $1 - \alpha$.

3.1.3. Анализ чувствительности

Основываясь на уравнениях (5) и (7), можно определить предельный финансовый результат банковского портфеля или предельную величину потерь, которая не может быть превышена для заданного временного горизонта с заданной доверительной вероятностью. Такую величину можно рассчитать с помощью следующей формулы:

$$PR_{t+1} = \sum_{i=1}^N Z_{t+1}^i B_i - VaR = \sum_{i=1}^N Z_{t+1}^i B_i - K_{1-\alpha} \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N B_i \sigma_i \text{corr}(i, j) B_j \sigma_j} \quad (8)$$

Формула (8) позволяет рассчитать чувствительность финансового результата к изменениям как самих факторов риска и их волатильности, так и к изменениям величины заданных составляющих банковского портфеля.

Чувствительность к изменению фактора риска

Чувствительность финансового результата к изменению i -го фактора риска может быть найдена по следующей формуле:

$$S_{Z^i} = \frac{\partial PR}{\partial Z^i} = \frac{\partial \sum_{i=1}^N Z_{t+1}^i B_i}{\partial Z^i} = \sum_{j=1}^{M_i} K_j A_j, \text{ где}$$

N - количество факторов риска, выбранных для анализа;

Z_{t+1}^i - прогноз логарифмического темпа роста i -го фактора риска для горизонта времени $t+1$ относительно его базового значения;

M_i - количество составляющих банковского портфеля (как активных так и пассивных), подверженных влиянию i -го фактора риска;

K_j - коэффициент, определяющий степень и тенденцию влияния i -го фактора риска на финансовый результат портфеля, в состав которого входит эта составляющая A_j ;

A_j - совокупная величина j -й составляющей портфеля;

B_i - совокупная открытая позиция по i -му фактору.

Чувствительность к изменению волатильности фактора риска

Чувствительность финансового результата к изменению волатильности i -го фактора риска может быть найдена по следующей формуле

$$S_{\sigma_i} = \frac{\partial PR}{\partial \sigma_i} = -K_{1-\alpha} \frac{\sum_{j=1}^N B_i \text{corr}(i, j) B_j \sigma_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N B_i \sigma_i \text{corr}(i, j) B_j \sigma_j}}$$

Чувствительность к изменению величины составляющей банковского портфеля

Чувствительность финансового результата к изменению величины i -й составляющей банковского портфеля может быть рассчитана численно, исходя из следующей формулы:

$$S_{A_i} = \frac{\partial PR}{\partial A_i}$$

3.2. Метод исторического моделирования

В отличие от дельта-нормального метода, метод исторического моделирования позволяет оценить будущие возможные потери банковского портфеля без применения дополнительных математических приближений, основываясь исключительно на прошлых значениях факторов риска.

Суть данного метода заключается в следующем. Выбираются P исторических периодов времени $[t - P, t]$, в которые известны значения факторов риска. Тем самым задается последовательный ряд сценариев, в которых представлены одновременные изменения факторов риска, действительно происходившие в прошлом. Для каждого такого сценария производится расчет финансового результата банковского портфеля относительно его базовой стоимости по формуле (2).

Рассчитанные N значений финансового результата R_i ранжируются в порядке убывания (от самого большого прироста цены портфеля, до самого большого убытка),

$$R_i \geq R_{i+1}, i = 1, \dots, P \quad (9)$$

после чего в соответствии с необходимым уровнем доверительной вероятности $(1 - \alpha)$ показатель VaR определяется по следующей формуле:

$$VaR = R_{\frac{P}{2}} - R_{(1-\frac{\alpha}{2})P} \quad (10)$$

Другими словами, в методе исторического моделирования в качестве оценки показателя VaR принимается разность между ожидаемым финансовым результатом (финансовый результат с номером

$\frac{P}{2}$) и “предельным” финансовым результатом (финансовый результат с номером $(1 - \frac{\alpha}{2})P$). “Предельный” финансовый результат (предельный убыток) выбирается так, чтобы в процессе моделирования изменения стоимости банковского портфеля по историческим данным, он превышался бы не более $\frac{\alpha}{2}P$ раз из P возможных.

3.3. Метод стохастического моделирования (Монте-Карло)

В основном, метод стохастического моделирования аналогичен методу исторического моделирования, за исключением того, что сценарии “генерируются” датчиком случайных чисел на основе использования рассчитанных прогнозных значений факторов риска и их волатильности, а также на основе учета их статистических взаимосвязей. Необходимые статистические параметры и данные для прогнозирования значений факторов риска определяются также как и в дельта-нормальном методе, на основании статистического анализа данных выбранных для этой цели P исторических периодов $[t - P, t]$.

Для генерирования возможных изменений факторов риска относительно заданных базовых величин также используется предположение о “нормальности” распределения их логарифмических темпов роста (3). Для учета тесноты статистических взаимосвязей факторов риска используется матрица корреляций их логарифмических “доходностей”, рассчитанная также на основе данных выбранных исторических периодов.

Датчиком случайных чисел генерируется большое число вероятных сценариев одновременных изменений заданных факторов риска (обычно число сценариев равно 1000), для каждого из которых производится расчет значений финансового результата банковского портфеля по формуле (2). Также как и в методе исторического моделирования, полученные финансовые результаты ранжируются в порядке убывания (9), а показатель VaR определяется в соответствии с формулой (10).

3.4. Верификация оценок VaR по историческим данным (Backtesting)

Для проверки адекватности моделей оценки показателя VaR (проверка как самого метода оценки показателя VaR так и правильности выбора модели прогнозирования факторов риска) используется метод ретроспективного анализа по историческим данным. В отличие от метода исторического моделирования, для ретроспективного анализа выбирается большее число исторических периодов времени, обычно $[t - 2P, t]$. На основании данных периодов $[t - 2P, t]$ рассчитываются значения показателя VaR_{t_i} для периодов времени $t - P, t - P + 1, \dots, t_i, \dots, t$. Например, на основании значений факторов риска в периодах $[t - 2P, t - P]$ рассчитывается значение показателя VaR_{t-P} , на основании периодов $[t - 2P + 1, t - P + 1]$ значение показателя VaR_{t-P+1} и т.д. На основании данных периодов $[t - P, t]$ моделируются сценарии изменений факторов риска для периодов времени $t_P, t_{P-1}, \dots, t_i, \dots, t$. Далее для каждого сценария производится расчет финансового результата банковского портфеля R_{t_i+1} по формуле (2) и сравнивается с соответствующим “предельным” финансовым результатом (предельным убытком), равным $R_{t_i} - VaR_{t_i}$. На основании таких сравнений производится подсчет общего количества превышений величины рассчитанных предельных убытков.

Для верификации адекватности модели оценки показателя VaR существуют различные методики анализа общего числа превышений. Например, грубый анализ может заключаться в проверке “попадания” общего числа превышений в доверительный интервал биномиального распределения, соответствующий заданной доверительной вероятности $(1 - \alpha)$ оценки показателя VaR.

Математическое ожидание числа превышений показателя VaR в P испытаниях может быть найдено по формуле

$$\bar{I} = \alpha P,$$

соответствующее среднеквадратичное отклонение по формуле

$$\sigma = \sqrt{\alpha(1 - \alpha)P}.$$

В случае, если общее количество превышений лежит в интервале

$$\bar{I} - K_{1-\beta} \sqrt{\alpha(1 - \alpha)P} < I_N < \bar{I} + K_{1-\beta} \sqrt{\alpha(1 - \alpha)P},$$

тогда с вероятностью $1 - \beta$ можно не сомневаться в адекватности выбранного метода оценки показателя VaR ($K_{1-\beta}$ - квантиль нормального распределения, обеспечивающий доверительную вероятность $1 - \beta$ адекватности модели).

Базельский комитет предлагает другой подход к проверке адекватности сделанных оценок показателя VaR. Для биномиальной модели распределения вероятность того, что число превышений не превысит I_N в P испытаниях, может быть найдена с помощью следующей формулы

$$p(X \leq I_N) = \sum_{i=0}^{I_N} \frac{P!}{i!(P-i)!} \alpha^i (1-\alpha)^{(P-i)}, \text{ где}$$

$1 - \alpha$ - доверительная вероятность оценки показателя VaR;

I_N - количество превышений на интервале тестирования $[t - P, t]$.

Если значение этой вероятности лежит в интервале от 5% до 95%, тогда модель оценки показателя VaR считается адекватной ("зеленая зона"). Если значение этой вероятности лежит в диапазоне от 1% до 5% или от 95% до 99%, тогда модель считается сомнительной ("желтая зона"). Если же значение этой вероятности меньше 1% или больше 99%, тогда модель считается неадекватной ("красная зона").

4. СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ

В общем виде процедура стресс-тестирования может быть определена как оценка потенциального воздействия на финансовое состояние кредитной организации ряда заданных изменений в факторах риска, которые соответствуют исключительным, но вполне вероятным событиям, в общем виде не поддающимся прогнозированию как, например, в методологии VaR. Одним из основных аналитических инструментов, призванных обеспечить оценку потенциальных потерь кредитных организаций в случае возможных внезапных изменений экономической конъюнктуры, является стресс-тестирование финансового результата банковского портфеля, получившее широкое распространение в международной финансовой практике.

В банковской практике используются различные методики стресс-тестирования. В настоящее время наиболее распространенной методикой является сценарный анализ. Он позволяет оценить потенциальные последствия одновременного воздействия ряда факторов риска на деятельность кредитной организации. При этом подходе сценарии возможных одновременных изменений факторов риска формируются либо на основе уже произошедших в прошлом исторических событий, либо на основе гипотетических событий, которые вероятно могут произойти в будущем. При оценке максимальных потерь определяются возможные комбинации значений нескольких факторов риска, негативные направления их динамики, потенциально способные принести максимальные убытки кредитной организации.

Сценарный анализ позволяет оценивать не только максимально возможные потери, но и проводить анализ чувствительности финансового результата банковского портфеля к изменению значений факторов риска и их волатильности. Однако результаты такого анализа носят в основном краткосрочный характер. Анализ чувствительности оценивает последствия воздействия на портфель кредитной организации событий, связанных с изменениями значений или волатильности одного из заданных факторов риска (например, рост/снижение обменного курса валют; рост/снижение процентных ставок, рост/снижение волатильности рыночных индексов и т.п.).

4.1. Сценарии проведения стресс-тестов банковского портфеля

В отличие от методологии VaR, которая позволяет на основании текущих рыночных тенденций сделать прогноз изменения стоимости банковского портфеля, процедуры стресс-тестирования предполагают предварительное задание необходимых изменений факторов риска, которые могут не вписываться в текущие рыночные тенденции и конъюнктуру рынка. Тем самым стресс-тестирование позволяет “проиграть” последствия гипотетических событий, вероятность появления которых хоть и невелика, но в то же время последствия таких событий могут иметь катастрофические события для кредитной организации.

Совместные изменения заданных факторов риска, которые могут возникнуть в результате появления таких событий, объединяются в различные сценарии для последующего тестирования банковского портфеля.

Сценарии могут основываться:

1. на характерных изменениях факторов риска и их волатильности, которые возникали во время рыночных кризисов или других экстремальных событий, реально происходивших в прошлом;
2. на возможных изменениях факторов риска и их волатильности, в результате возникновения рыночных кризисов, которых хотя и не было в прошлом, но которые вероятно могут появиться в будущем, вследствие резкого изменения конъюнктуры рынка;
3. на возможных изменениях факторов риска и их волатильности, в результате возникновения гипотетических событий локального характера, отражающих специфику операций кредитных организаций.

4.2. Модели проведения стресс-тестирования

В ПК «АФСБ» версии “Финансовый риск-менеджер” процедуры сценарного стресс-анализа могут проводиться также как и процедуры оценки показателя VaR с помощью дельта-нормального метода или метода стохастического моделирования (Монте-Карло). Для выполнения процедуры стресс-анализа, достаточно выбрать необходимый сценарий (ПК «АФСБ» предоставляет возможность задания до 6-ти сценариев). Такой подход позволяет не только оценивать финансовый результат банковского портфеля для выбранного сценария, но и получать соответствующую ему оценку показателя VaR.

Дополнительно при использовании дельта-нормального метода для каждого выбранного сценария автоматически оценивается чувствительность финансового результата банковского портфеля к изменениям факторов риска и их волатильности. При использовании метода стохастического моделирования (Монте-Карло) предоставляется возможность не только оценивать максимально ожидаемые убытки банковского портфеля, но и моделировать “предельные” значения факторов риска, приводящих к таким убыткам.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5.1. Краткие выводы по результатам решения задач

Предлагаемая методология ориентирована на решение основных задач банковского риск-менеджмента по оценке и анализу возможных потерь банковского портфеля, изложенных в требованиях Банка России и рекомендациях Нового Базельского соглашения, а именно:

1. Оценка волатильности факторов риска и их статистических взаимосвязей. Анализ чувствительности финансового результата банковского портфеля к изменениям заданных факторов риска.
2. Оценка показателя VaR финансового результата банковского портфеля, как по его отдельным инструментам, так и по всему портфелю в целом. Для оценки показателя VaR используются три основных метода анализа: дельта-нормальный метод, метод исторического моделирования и метод стохастического моделирования (Монте-Карло).
3. Проведение бэк-тестирования рассчитанных значений оценок VaR финансового результата банковского портфеля и его отдельных составляющих.
4. Проведение различных процедур стресс-тестирования финансового результата банковского портфеля и его отдельных составляющих с использованием сценарного подхода и перечисленных выше методов анализа.

Отличительной особенностью предлагаемой методологии является интуитивно понятные модели кредитного, фондового, валютного и процентного факторов риска, а также возможность их одновременного учета в банковском портфеле с любой степенью детализации его структуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дж.Ф. Синки, мл. Управление финансами в коммерческих банках. Gatallaxy. Москва 1994.
2. Питер С. Роуз Банковский менеджмент. ДЕЛО Лтд. Москва 1995.
3. Supervisory framework for the use of "backtesting" in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements. Basel Committee on Banking Supervision. 1996 January.
4. A New capital adequacy framework. Consultative document. Basel Committee on Banking Supervision. 1999 June.
5. Principle for the management of credit risk. Basel Committee on Banking Supervision. 2000 September.
6. Principle for the management and supervision of interest rate risk. Consultative document. Basel Committee on Banking Supervision. 2001 January.
7. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. Под ред. А.А.Лобанова и А.Е.Чугунова. Альпина пабlishер. Москва 2003.