

## Тема 5. Методология измерения стоимости под риском. Портфельный подход в управлении рисками.

### 5.1. Сущность показателя стоимость под риском («Value at Risk»)

Одной из основных задач компании является оценка рыночных рисков, которые возникают вследствие флуктуации цен акций, сырьевых товаров, обменных курсов, процентных ставок и т.д. Простейшей мерой зависимости инвестора от рыночных рисков является величина прибылей или убытков, возникающие вследствие движения цен активов. Наиболее распространенной на сегодняшний момент методологией оценивания рыночных рисков является *Стоимость Риска (Value-at-Risk, VaR)*. VaR является суммарной мерой риска, способной производить сравнение риска по любой совокупности активов.

За последние несколько лет VAR стал одним из самых популярных средств управления и контроля риска в компаниях различного типа. Вызвано это было несколькими причинами. Одной из них стало, несомненно, раскрытие в 1994 г. крупнейшей инвестиционной компанией США Дж.П. Морган системы оценивания риска *Riskmetrics<sup>TM</sup>* и предоставление в свободное пользование базы данных для этой системы для всех участников рынка. Значения VAR, полученные с использованием системы *Riskmetrics<sup>TM</sup>* и до сих пор являются неким эталоном для оценок VAR. Вторая причина заключается в неблагоприятном инвестиционном периоде, связанном с огромными потерями, понесенными финансовыми институтами, в частности, при оперировании на рынках ценных бумаг. Третьей причиной, являлись решения надзорных органов ряда стран, осуществляющих надзор за банками, использовать величины VAR для определения резервов капитала банков.

**Value-at-Risk (VaR) – это выраженная в данных денежных единицах оценка максимальных, ожидаемых в течение данного периода времени с заданной вероятностью потерь по активу под воздействием рыночных факторов риска.**

Величина VaR рассчитывается:

- на определенный период времени в будущем (временной горизонт N);
- с заданной вероятностью его неперевышения (уровень доверия p);

Говоря простым языком, вычисление величины VAR проводится с целью вывода типа: “Мы уверены на p% (с вероятностью p%), что наши потери не превысят VaR долларов в течение следующих N дней”.

Доверительный интервал и временной горизонт являются ключевыми параметрами, без которых не возможны ни расчет, ни интерпретация показателя VaR. Так, значение VaR в 10 млн. руб. для временного горизонта в 1 день и доверительного интервала 99% будет означать:

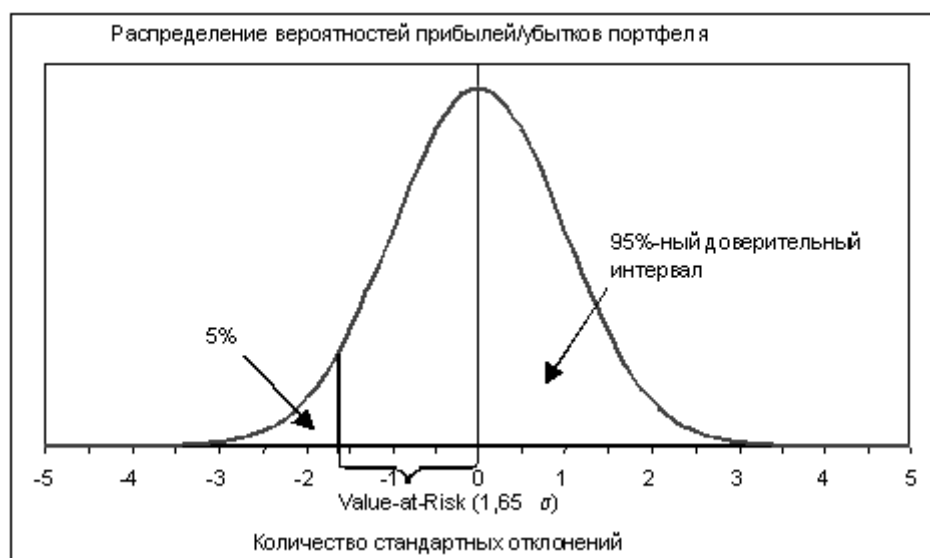
- вероятность того, что в течение следующих 24 часов мы потеряем меньше, чем 10 млн. руб., составляет 99%;
- вероятность того, что наши убытки превысят 10 руб. в течение ближайших суток, равна 1%;
- убытки, превышающие 10 млн. руб., ожидаются в среднем один раз в 100 дней торгов.

На языке теории вероятностей задача поиска VaR описывается следующим образом. Обозначим случайную величину потерь буквой  $\xi$ , а функцию распределения величины потерь  $F(x) = F_{\xi}(x)$ . Нужно найти такое значение  $x$ , при котором потери  $\xi$  будут меньше  $x$  с заранее заданной вероятностью (уровнем доверия)  $p$ .

$$F(x) = F_{\xi}(x) = P(\xi < x) > 1-p$$

Вид формулы подсказывает нам, что  $F(x)$  – это функция распределения вероятностей потерь  $\xi$ , а искомая величина  $x$ , взятая с противоположным знаком – это и есть показатель  $VaR$ . (Следует учесть, что с точки зрения математики величина  $\xi$  может принимать как отрицательные (убыток), так и положительные (прибыль) значения. А в экономической отчетности убытки определяются положительными числами. Например, никогда не говорят и не пишут: «Убытки составляют минус  $x$  рублей»).

Графически решение задачи поиска  $VaR$  изображена ниже. Кривая на рисунке задает распределение вероятностей прибылей и убытков для заданных портфеля и периода поддержания позиций.  $VaR$  представляет собой максимальную величину возможных потерь, отвечающих заданному доверительному уровню (на рисунке этот уровень равен 95%).



**Рис. Определение величины VaR на графике распределения прибылей и убытков**

**Временной горизонт** (*holding period*) для расчета  $VaR$  часто выбирается исходя из *срока удержания* данного инструмента в портфеле, или его *ликвидности*, то есть исходя из минимального реального срока, на протяжении которого можно реализовать на рынке данный инструмент (закрыть позиции) без существенного ущерба, поскольку именно в пределах этого срока трейдеры не в состоянии что-либо сделать для снижения потерь. Например, “недельный  $VaR$ ”, “месячный  $VaR$ ” – это оценки возможных потерь за неделю и за месяц соответственно.

Следует отличать от горизонта расчета  $VaR$  **глубину периода расчетов  $VaR$**  (*observation period*) – объем ретроспективных или искусственно смоделированных данных, на основе которых рассчитывается оценка. Например, фраза “глубина расчетов месячного  $VaR$  составила 2 года” означает, что данные брались за 2 года, то есть за 24 месяца, а фраза “глубина расчетов недельного  $VaR$  составила 2 года” означает, что данные брались за 2 года, то есть за 104 недели.

**Уровень доверия** (*confidence level*), или вероятность, выбирается в зависимости от предпочтений по риску, выраженного в регламентирующих документах надзорных органов, или в корпоративной практике, отражая оценки менеджеров. Например, Базельский комитет по банковскому надзору рекомендует уровень в 99%, на который ориентируются надзорные органы; на практике наиболее популярен уровень в 95%, но встречаются также и другие (обычно между 95% и 99%).

Существует две основных группы подходов к оценке  $VaR$ . Первая группа основана на так называемом «локальном оценивании» (*local valuation*), то есть на линейной или более сложной аппроксимации функции стоимости финансового инструмента, важнейшим примером которого является **параметрический дельта-нормальный метод**. Вторая группа использует «полное оценивание» (*full valuation*), подразумевающее полный перерасчет стоимости финансового

инструмента без аппроксимирующих предположений. К этой группе относятся **метод исторического моделирования**.

Применение показателя *VaR* на рынках, находящихся в состоянии кризиса, будет приводить к ошибкам (как и применение любого метода, основанного на анализе предшествующей статистики).

## 5.2. Параметрический (дельта-нормальный) метод

Исходным предположением для применения параметрического метода является гипотеза о нормальном (гауссовском) распределении случайной величины прибылей (убытков), имеющей нулевое математическое ожидание.

### *VaR* для одного актива

Показатель *VaR* одного актива может быть найден на основании следующей формулы:

$$VaR = V * k_p * \sigma$$

Где

*V* - объем актива в денежных единицах;

$K_p$  - квантиль нормального распределения, определяемый необходимым значением доверительного уровня *p*;

$\sigma$  – волатильность цен актива, рассчитанная за выбранный период времени;

Значения функции стандартного нормального распределения приводятся в табличной форме во многих учебника и справочниках по математической статистике. В связи с этим нет необходимости самостоятельно вычислять значения квантиля  $K_{1-\alpha}$  в зависимости от требуемого доверительного уровня. Приведем несколько табличных значений, используемых в практике расчетов:

Уровень доверия, %	Квантиль нормального распределения
84,13	1,000
90,0	1,282
95,0	1,645
95,5	2,000
99,0	2,326
99,9	3,090
99,99	3,715

Для вычисления нужного резерва *VaR* достаточно рассчитать стандартное отклонение цен на актив, выбрать желаемый доверительный уровень, найти в таблице соответствующий квантиль, и подставить соответствующие значения в формулу, приведенную в данном разделе.

Аналитический метод прост в реализации и позволяет быстро (возможно, даже в режиме реального времени) вычислять VAR практически на любых калькуляторах. Однако он обладает и существенным недостатком - приходится принимать без доказательств гипотезу о стационарном нормальном распределении, что делает метод мало пригодным для современных российских условий.

## 5.3. Другие методы вычисления VaR

### Историческое моделирование

Этот метод является непараметрическим и основан на предположении о стационарности рынка в ближайшем будущем. Выбирается период времени (например, за 100 торговых дней), за который отслеживаются относительные изменения цен всех входящих в сегодняшний портфель активов. Затем вычисляется, насколько изменилась бы цена сегодняшнего портфеля, если бы произошло относительное колебание цен, аналогичное наблюдавшемуся в один из предшествующих торговых дней.

После этого полученные 100 гипотетических вариантов изменения стоимости портфеля сортируются по убыванию. Взятое с обратным знаком число, соответствующее выбранному доверительному уровню (например, для уровня 99% необходимо взять число с номером 99), и будет представлять собой VAR портфеля. У метода есть безусловные преимущества — он не требует серьезных упрощающих предположений и способен улавливать весьма неординарные события на рынке. Есть, однако, и недостатки, наиболее существенный из которых — неустойчивость по отношению к выбору периода моделирования.

В самом деле, пусть портфель состоит только из одного товара. Пусть из доступных нам 200 дней предыстории в течение первых 100 дней волатильность изменений цен товара была равна 1%, а в течение последующих 100 — в десять раз меньше. Ясно, что выбрав в качестве предыстории последние 100 дней, мы получим для нашего портфеля значение VAR в несколько раз меньшее, чем при выборе всей доступной предыстории. Какое значение верно? Вопрос остается открытым, а ответ на него потребует дополнительных гипотез о будущем состоянии рынка.

## Статистическое моделирование

Этот метод основан на моделировании случайных процессов с заданными характеристиками. В отличие от исторического моделирования в методе Монте-Карло изменения цен активов генерируются псевдослучайным образом в соответствии с заданными параметрами. Имитируемое распределение может быть в принципе любым, а число сценариев весьма большим (до нескольких десятков тысяч). В остальном метод аналогичен историческому моделированию. Метод Монте-Карло отличается высокой точностью и пригоден практически для любых портфелей, но его применение требует определенной математической подготовки специалистов и достаточных компьютерных ресурсов.

Вообще говоря, сложно рекомендовать один из методов вычисления VAR. Выбирая, какому из них отдать предпочтение, необходимо учитывать макроэкономическую ситуацию, а также цели и задачи конкретной организации. В качестве примера опишем применение методологии VAR при управлении рисками биржевого срочного рынка.

### 5.4. Применение методологии VAR на срочном рынке ММВБ

Организация биржевых торгов срочными инструментами (фьючерсами и опционами) является в российских условиях достаточно сложным делом. Так как биржа гарантирует исполнение всех обязательств по заключенным сделкам, ее надежность должна быть исключительно высокой. На ММВБ защита от рыночных рисков осуществляется при помощи *депозитной маржи* — возвратного взноса, который взимается с участников торгов при открытии ими позиций и используется для покрытия их обязательств в случае несостоятельности. Депозитная маржа представляет собой VAR для портфеля участника торгов.

Так как на ММВБ ежедневно производится корректировка по рынку (переоценка позиций участников и платежи по ним), то период поддержания позиций равен одному дню. Доверительный интервал для депозитного маржирования принят в настоящее время равным 99%. Депозитная маржа для каждого участника рассчитывается ежедневно в течение клиринговой сессии как VAR для его портфеля, соответствующее заданному периоду поддержания позиций и доверительному уровню. При этом учитывается, что распределение рыночных факторов в российских условиях не является нормальным. В самом деле, анализ данных о поведении логарифмов изменений цен фьючерсов на доллар США показывает, что вероятность малых изменений цен («высокие пики») и вероятность слишком больших изменений цен («толстые хвосты») на самом деле больше, чем в случае нормального распределения. Такой эффект на финансовых рынках известен и носит специальное название *лептокуртозис*.

В настоящее время для моделирования реального распределения используется трехкомпонентная смесь нормальных распределений, в которой компоненты соответствуют спокойному, оживленному и экстремальному состояниям рынка. Разработан специальный инструментарий для оценки параметров распределения.

Для вычисления депозитной маржи (VAR) используется специальная модификация метода Монте-Карло, основанная на имитации квазислучайных чисел и позволяющая проводить вычисления с хорошими точностью и быстродействием.

Разумеется, доверительный уровень в 99% не является достаточным для биржи. Для покрытия «оставшегося» одного процента обязательств несостоятельных участников на ММВБ используется гарантийный фонд, состоящий из гарантийных взносов участников. Размеры гарантийных взносов также рассчитываются по методу, аналогичному VAR, но уже с учетом вероятности несостоятельности клиринговых членов. Вычисление гарантийных взносов требует дополнительной информации и является темой для отдельного обсуждения.

### ***Применение VAR для управления рыночным риском***

Применение методологии VAR позволяет в целом решить задачу измерения рыночного риска. Но помимо того, что рыночный риск необходимо правильно измерить, необходимо также научиться управлять им. *Управление рыночным риском представляет собой действия по минимизации риска и защите от него.* Управление рыночным риском должно включать в себя следующие процедуры:

- измерение рыночного риска для заданного портфеля (вычисление VAR);
- решение вопроса о приемлемости возможных потерь (в размере VAR);
- возможное изменение портфеля с целью минимизации его VAR (например, хеджирование своих позиций при помощи срочных инструментов);
- резервирование капитала в размере не меньшем VAR для покрытия возможных потерь.

Хорошим примером управления рыночным риском может служить описанная выше процедура вычисления и взимания с участников торгов депозитной маржи и гарантийных взносов на срочном рынке ММВБ. В настоящее время размеры депозитной маржи и гарантийных взносов определяются таким образом, чтобы вероятность их нехватки на покрытие обязательств несостоятельных участников не превышала 0,01% в день.

Стоит подчеркнуть, что управление рыночным риском не исчерпывается приведенными выше процедурами. В частности, риск-менеджер обязан обращать внимание на корректность выбранной им модели рынка, на репрезентативность используемых данных и правильность статистических гипотез. Поэтому при управлении рыночным риском очень полезным представляется также апостериорный анализ. Например, вычислив VAR для заданного портфеля, необходимо затем проследить, действительно ли превышение потерь над этим VAR происходит лишь в заданном малом проценте случаев. Несоответствие фактического процента превышений теоретическому должно наводить на мысль о коррекции модели и/или процедур вычисления VAR. На срочном рынке ММВБ подобные процедуры анализа фактических рисков применяются уже давно.

При управлении рыночным риском не стоит также забывать, что хотя границы применения VAR весьма широки (например, в настоящее время имеются разработки по внедрению концепции VAR в процесс измерения кредитного риска), оно не является панацеей от всех бед. В частности, VAR не может защитить от рисков, связанных с колебаниями цен внутри периода поддержания позиций (например, в течение торговой сессии). Кроме того, применение VAR ограничено при учете редких, но весьма опасных событий (типа «черного вторника» или банковского кризиса). В таких случаях наряду с VAR стоит применять и другие методы.