

Проблемы измерения риска портфельных инвестиций

Карачун Ирина Андреевна,

Прежде чем говорить об измерении риска портфеля ценных бумаг, необходимо понять, что же он собой представляет. Основной проблемой является то, что не существует не только универсального определения риска, но и общепринятых определений для различных областей знания. Мы будем определять риск как подверженность будущего события некоторой неопределенности. Вероятности различных исходов этого будущего события полагаются известными или оцениваемыми. Математическим инструментом для решения задач, включающих неопределенность, является теория вероятностей. Термин «подверженность» означает, что некоторая система содержит только риски неопределенных событий, которым подвергается (их часто называют факторами риска). Поэтому только события, связанные с рассматриваемой системой, могут влиять на её риск. Математически риск представляет собой случайную переменную, отражающую будущие состояния рынка на денежные доходы или убытки инвестора. При моделировании финансовых активов, как правило, выделяют два основных фактора риска – рыночный риск и собственный риск компании-эмитента. Классификация финансовых рисков приведена в таблице.

Таблица – Финансовые риски, связанные с портфельным инвестированием

Рыночный риск	Связан с неопределенностью цен финансовых активов.
Кредитный риск	Риск отказа от выполнения финансовых обязательств должниками в связи с отсутствием средств.
Операционный риск	Риск невыполнения обязательств по своевременной поставке ценных бумаг, имеющихся у их продавца. Особенно велик этот риск при проведении спекулятивных стратегий с ценными бумагами, основанных на коротких продажах. Он может реализовываться и по техническим причинам: несовершенство депозитарной и клиринговой сети, неполадки в компьютерных системах обработки информации, низкое качество работы технического персонала, нарушения в технологии операций с ценными бумагами, компьютерное мошенничество и т.д., а также с недостатки и нарушения в технологии платежно-клиринговой системы.
Риск ликвидности	Риск того, что при возникшей необходимости активы невозможно будет реализовать достаточно быстро.
Модельный риск	Риск использования неточных или ошибочных моделей для оценки рисков.
Событийный риск	Вероятность того, что из-за наступления какого-либо неожиданного события, например, поглощения или реструктуризации компании, произойдет увеличение кредитного

	риска компании и, как следствие, падение рейтинга ее ценных бумаг и стоимости ее непогашенного долга.
Репутационный риск	Риск потери репутации инвестиционного менеджера.

Источник: разработка автора.

Общий риск портфеля можно разделить на две части: несистематический риск, определяемый средней дисперсией активов, который может быть исключен путем формирования портфеля из большого количества активов (диверсификацией), и систематический (рыночный) риск, определяемый средней ковариацией пар различных активов, который не может быть исключен путем диверсификации. Ключом к построению любой успешной инвестиционной стратегии является управление риском – риск-менеджмент. Он включает в себя два основных компонента – моделирование активов и определение меры риска. Когда эти элементы определены, риск-менеджмент представляет собой формальный логический процесс.

В экономической науке много лет назад было введено понятие полезности. Полезность – это мера удовлетворения от использования вещи или получения услуг в экономическом смысле. Начало изучения полезности связано в первую очередь с именем Бернулли. В своем изложении теории измерения риска [1] он предположил, что стоимость любого предмета определяется не только ценой, которая должна быть уплачена, но и полезностью этой вещи для возможного собственника. Классическим примером этого утверждения является стакан воды, который имеет гораздо более высокую полезность для человека, потерявшегося в песках пустыни, чем для человека, находящегося в городе. Несмотря на то, что цена стакана воды может быть одной и той же, эти два человека воспринимают его стоимость по-разному. Также и полезность прибыли для инвестора не пропорциональна величине прибыли. Существует, например, эффект насыщения, вследствие которого большие, но различные значения прибыли мало отличаются с точки зрения предпочтений инвестора. С другой стороны, получение даже небольшого убытка обычно болезненно воспринимается инвесторами. Огорчение инвестора при получении убытка более значимо, чем его удовлетворение при получении прибыли, равной ему по абсолютной величине. Поэтому предпочтения инвестора могут представляться в виде функции ожидаемой полезности –

математического выражения, построенного на основании предположения о рациональном поведении, выражающемся в выборе из многочисленных альтернатив именно тех, которые выводят его на более высокий уровень полезности. В финансовых задачах аргументом функции полезности обычно являются денежные средства.

Первым систематическим описанием риска в финансах стала концепция неприятия риска (risk aversion), введенная Моргенштерном и Нейманном [2], которые расширили аксиоматику теории полезности от ординалистских принципов до ситуаций с неопределенными платежами. Следует отметить, что она считается первой формой мер риска. В соответствии с этой идеей функция полезности инвестора, несклонного к риску, удовлетворяет двум свойствам: она должна быть непрерывно возрастающей и выпуклой. Первое свойство означает, что инвестор всегда предпочитает больший доход меньшему, а второе – что при небольшом увеличении вкладываемой денежной суммы инвестор требует значительного роста полезности. Позже, так как зачастую инвестор заинтересован не в абсолютных значениях функции полезности, а в её форме, Эрроу и Пратт независимо друг от друга разработали меры абсолютного и относительного неприятия риска¹. Суть вопроса заключается в следующем: если инвестор вкладывает средства в рисковые и безрисковые активы, то как изменится доля рисковых активов в портфеле при изменении собственного капитала инвестора? Иными словами, если его капитал увеличится, то сумма, вложенная в рисковые активы, уменьшится или увеличится? В соответствии с этим возможны три типа поведения инвестора:

- убывающее абсолютное неприятие риска: инвестор увеличивает долю рисковых активов при росте собственного капитала;
- постоянное абсолютное неприятие риска: инвестор не меняет долю рисковых активов при росте собственного капитала;
- возрастающее абсолютное неприятие риска: инвестор уменьшает долю рисковых активов при росте собственного капитала.

¹ Пусть $U(x)$ – функция полезности, тогда $-\frac{U''(x)}{U'(x)}$ – мера абсолютного, а $-x\frac{U''(x)}{U'(x)}$ – мера относительного неприятия риска Эрроу-Пратта.

Построение функции полезности, как правило, осуществляется следующим образом. Инвестору предлагают сделать серию выборов между различными гипотетическими играми, по результатам которых на график наносят соответствующие точки. Далее, исходя из полученного графика, находится математическое выражение, отражающее склонность инвестора к риску. Кривые полезности, являясь выражением предпочтений инвестора, будучи построены один раз, позволяют принимать инвестиционные решения и в дальнейшем с учётом его предпочтений, но без дополнительных консультаций с ним. Однако следует помнить о том, что со временем функция полезности может измениться, отражая новые финансовые условия.

Так как в фактической доходности ценной бумаги всегда заключена неопределенность, для определения риска портфеля необходимо знать, каково распределение его прибыли и как на него влияет изменение структуры портфеля. Помимо этого надо знать, как на распределение доходности портфеля влияют изменения позиций по входящим в него активам. Все это очень трудно проделать в стохастическом окружении, даже для одной ценной бумаги бывает тяжело найти соответствующее распределение. Поэтому вводятся различные меры для одной и той же величины.

В сфере финансовых рынков риск описывает неопределенность будущего исхода текущей ситуации или последствия принятого решения. Формально он задается путем введения случайной переменной на вероятностном пространстве, обозначающей прибыль или убыток по финансовой позиции. Это действительная функция на множестве возможных сценариев. Соответственно, количественная мера риска – это отображение множества всех таких переменных на вещественную прямую.

На сегодняшний день все методы измерения риска можно условно разделить на три направления: первое представляет собой анализ чувствительности, реакции на изменения внешних факторов; второе основывается на измерении дисперсии или стандартного отклонения (волатильности) доходности; третье – на оценке вероятности получения участником рынка недопустимо малых для него доходов.

Начало систематической разработке статических мер риска было положено в

работе Арцнера, Делбина и Хита [3], где свойства любой адекватной меры риска были описаны с помощью нескольких аксиом: субаддитивности (обеспечивает возможность снижения уровня риска посредством диверсификации), положительной однородности, инвариантности и монотонности. Мера, удовлетворяющая всем этим свойствам, называется когерентной. Далее Цимба и Рокафеллар [4] обобщили ограниченную концепцию когерентной меры и ввели понятие выпуклой монетарной меры риска, удовлетворяющей свойствам выпуклости, инвариантности и монотонности. Следует отметить, что с точки зрения управления предпочтительными являются когерентные меры, а инвестиционному менеджеру удобнее работать с выпуклыми монетарными мерами риска для более точного моделирования задачи оптимизации портфеля.

Наиболее употребляемыми мерами такого вида являются следующие:

- максимальный убыток (Maximum Loss – ML). Расчеты производятся на основе исторических данных, но эта мера является неограниченной и поэтому бесполезна в случаях, когда распределение доходностей является усеченным или недискретным;

- вероятность дефицита (Shortfall Probability – SP). Это вероятность того, что доход портфеля будет меньше порогового значения. Задача инвестора заключается в минимизации этой вероятности;

- метод моментов (Method of Moments – MM). В данном случае в качестве меры риска используются моменты распределения доходности, наиболее часто – дисперсия. Очевидным недостатком здесь является то, что в расчет принимается только значение возможного отклонения доходности, но не его знак. Эту проблему можно преодолеть путем использования частичных моментов;

- стоимость под риском (Value at Risk – VaR). Значение VaR – это максимальный размер потерь за период T , который не будет превышен с заданной вероятностью p (см. рис.). По оценкам специалистов, VaR является не столько альтернативой или дополнением к прочим мерам риска, сколько их комплексным обобщением и замещением.

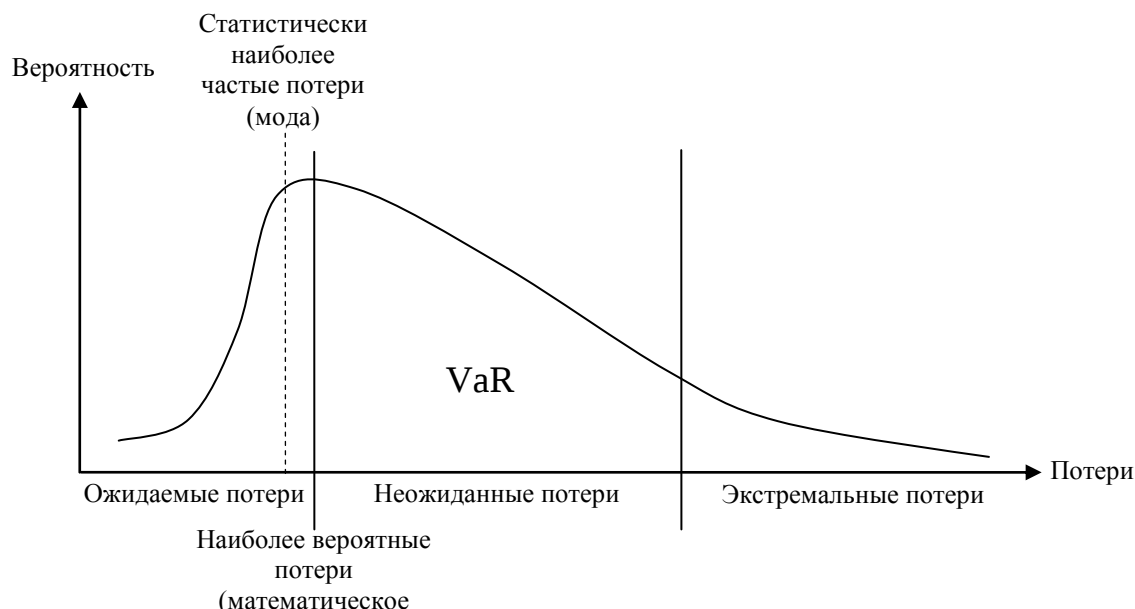


Рисунок – Методология VaR

Источник: разработка автора.

Одним из основных методологических преимуществ этого подхода является его адаптивность – VaR представляет собой не только единый показатель, но целый методологический блок, предоставляющий широчайший спектр возможностей, в том числе по оценке рисков в условиях развивающихся рынков. В частности, в условиях белорусского рынка ценных бумаг основанные на VaR модели представляются эффективным и перспективным инструментом управления рисками.

На сегодняшний день это самая популярная, помимо дисперсии, мера риска благодаря тому, что в соответствии с Basel II Банк международных расчетов (BIS) определил её стандартной для банков. В 1988 г. Базельский комитет по надзору за банками² опубликовал документ, получивший название «The 1988 Trust Accord» и представляющий собой соглашение между регулируемыми органами об определении капитала банка для правильной оценки кредитного риска. В 1996 г. был опубликован документ «The 1996 BIS Ammendment», вступивший в силу в 1998 г., который обязал банки оценивать кредитный и рыночный риск. Здесь же вводилось различие между книгой банковских операций, где регистрируются непереоцениваемые займы, и книгой торговых сделок, в которой регистрируются

² Базельский комитет (Basel Committee on Bank Supervision) – комитет регулирующих органов мировых банков, регулярно собирающийся в Базеле (Швейцария).

все инструменты банка (акции, облигации, опционы, свопы и др.), переоцениваемые ежедневно. В соответствии с «1996 BIS Amendmend» регулирующие органы заостряют внимание на потерях, которые банк может понести за 10 дней, полагая, что убытки превысят показатель VaR только в 1% случаев. В свою очередь банк должен поддерживать размер капитала в k раз больше VaR (не меньше, чем в три раза). На сегодняшний день одно из основных требований Базельского комитета (Basel II) состоит в соответствии капитала банка его рискам, которые необходимо уметь определять, чтобы формулировать требования к капиталу, обеспечивающие банку надежность³. Аналитические методы оценки VaR, процедуры управления риском, основанные на понятии необходимого для покрытия риска капитала – Capital-at-Risk (CaR) – получили широкое распространение в качестве наилучших образцов финансовых технологий. Так, по оценке Международной ассоциации по работе с производными инструментами (International Swap and Derivatives Association – ISDA) уже в 1995 г. большинство ведущих участников рынка использовало в целях оценки рисков основанные на VaR подходы.

Согласно статистическим исследованиям вероятность возникновения ситуации, приводящей к большим потерям на сравнительно устойчивом рынке, довольно мала и потому ориентация на такие ситуации приводит к неоправданному сокращению объемов операций. Рассматриваемая часть распределения вероятностей лежит на отрезке экстремальных потерь (см. рис.). Неожидаанные потери (убытки) с вероятностью 95% и выше адекватно оцениваются методикой VaR, но вне этого отрезка данная методика не эффективна. В соответствии с этим, крупные экстремальные потери (с вероятностью не выше 5%) целесообразно рассматривать отдельно в рамках стресс-тестинга. Методика стресс-тестинга предполагает, что для определения нестрессовой оценки рыночного риска из рассмотрения исключается небольшая доля (обычно 5% или 1%) самых неблагоприятных случаев, то есть сужается интервал возможных значений случайной величины. Оценкой риска считается убыток, который возникнет в

³ The New Basel Capital Accord. April 2003. Источник: <http://www.bis.org/bcbs/bcbscp3.htm>.

самом неблагоприятном из оставшихся 95% или 99% случаев. Ширина интервала, следовательно, и оценка риска, зависит от длины временного горизонта и от доли отброшенных неблагоприятных случаев, то есть заданной вероятности того, что предсказанное значение попадет в этот интервал. Значение нижней границы интервала является мерой риска, VaR. Считается, что с вероятностью, равной разности между 100% и принятой долей отброшенных неблагоприятных случаев, убытки портфеля не превысят значения VaR.

Достоинством метода VaR является то, что он позволяет выразить риск портфеля одним числом. Однако для его расчета необходимо обладать оценками волатильностей и корреляций доходностей инструментов, составляющих портфель. При этом можно использовать как исторические, так и прогнозируемые значения. В качестве длины временного горизонта может считаться срок, определяемый выбранной стратегией управления портфелем, или срок, за который портфель можно реализовать на рынке. Таким образом, в значении VaR можно учесть риск ликвидности и использовать при оценке портфеля. Вместе с тем, для инвестора важен не только риск, но и гарантии по сохранению капитала. Поэтому, оптимизируя портфель, крайне важно регламентировать величину капитала, подверженного риску потерь в каждой сделке. Для решения этой задачи немецкими учеными [5] была разработана концепция «капитал под риском» (Capital-at-Risk – CaR). Суть методики CaR в том, что в ней представлен резерв капитала в ценных бумагах, установленный Базельским соглашением [6]. Следует отметить, что он не равен величине инвестированного капитала, это ожидаемые потери в случаях, когда торговля идет не так, как предполагалось. Эта мера риска определяется несколькими факторами, основываясь на изучении которых инвестор выбирает величину капитала для инвестиций: потери в случае выполнения стоп-приказа⁴, вероятность наступления условий стоп-приказа, величина премии за риск.

В настоящее время основными, классическими подходами к оценке VaR

⁴ Стоп-приказ, приказ «остановить убытки» – поручение клиента брокеру продавать или покупать по лучшей цене после снижения или повышения рыночной цены до определенного уровня, не требующее дополнительного подтверждения.

считаются: метод исторического моделирования, метод параметрической оценки, наиболее распространенный в форме вариационно-ковариационной модели, и метод имитационного моделирования, часто именуемый по основной применяемой в его рамках модели методом Монте-Карло.

Историческое моделирование основывается на тезисе технического направления рыночного анализа о концентрации в показателе цены полного объема рыночной информации, позволяющей на основе его динамики прогнозировать конъюнктуру рынка. В качестве исходных показателей берется исторический ряд рыночных цен, получаемый из рыночной статистики. Для инструментов, не имеющих прямых цен, используются ряды данных близких по экономическому смыслу показателей, или аналитических (расчетных) оценок цен. Кроме того, вместо показателя стоимости в качестве основы расчета VaR может быть принята доходность, например для некоторых сегментов рынка долговых ценных бумаг.

Вариационно-ковариационная модель представляет собой альтернативный параметрический подход к оценке VaR. В основе анализа лежит предположение о соответствии фактического распределения рыночного показателя определенной теоретической закономерности. С технической точки зрения расчет является в высшей степени простым и обеспечивает оперативный пересчет показателей при минимальном компьютерном интерфейсе. Наиболее распространено приближение рассматриваемой случайной величины нормальным распределением.

Имитационное моделирование по методу Монте-Карло отличается от исторического и вариационно-ковариационного тем, что объектом моделирования выступает не только величина потерь, но и стоимость самого инструмента. Потери определяются не по отношению к текущей стоимости инструмента, а по отношению к ее будущему наиболее вероятному значению. Имитационное моделирование не имеет жестких формальных ограничений. В основу модели может быть положено любое распределение случайных величин или другая функциональная зависимость.

В отличие от упомянутых выше статических мер, динамические меры риска являются стохастическими процессами. Первые публикации этого направления принадлежали Цвитанику и Каратзасу [7], а формальная интерпретация была дана

Балбасом, Гарридо и Майоралом [8]. Понятие когерентной меры было расширено на динамическую среду с теми же аксиомами, что и в статическом случае. Черидито, Делбин и Куппер [9] исследовали динамическую меру для непрерывных справа процессов с пределом слева. Ридель [10] ввел концепцию динамической связности, которая является важнейшей для активного портфельного менеджмента, так как исключает возможность принятия противоречивых инвестиционных решений на протяжении длительного времени.

Подводя итоги, можно сказать, что анализ существующих методик измерения риска позволил выделить три направления их использования:

- анализ чувствительности цены актива к изменению внешних условий;
- оценка дисперсии и среднеквадратического отклонения;
- оценка вероятности возможного убытка.

Выбор направления использования методики конкретным инвестором зависит от его стратегических предпочтений по вложению средств и от уровня структурированности рыночной среды. При этом важен критерий ранжирования риска инвестором. Проведенный обзор литературы показал, что в подавляющем большинстве при слабо структурированном целевом рынке таким критерием является надежность инвестиций. Однако, учитывая специфику среды инвестиционной деятельности, методики, реализующие какое-либо одно из направлений, не отвечают требованию надежности оценок в оптимизационной модели управления портфелем.

Литература

1. Bernoulli, D. Exposition of a new theory on the measurement of risk / D. Bernoulli // *Econometrica*. – 1954. – №32. – P. 23–26.
2. Morgenstern, O. Theory of Games and Economic Behavior (Commemorative Edition) / O. Morgenstern, J.V. Neumann. – Princeton: Princeton University Press, 2007. – p. 766.
3. Artzner, P. Coherent measures of risk / P. Artzner [et al.] // *Mathematical Finance*. – 1999. – № 9. – P. 203–228.
4. Ziemba, W.T. Modified Risk Measures and Acceptance Sets / W.T. Ziemba, T. Rockafellar. – Working Paper: Sauder School of Business, University of British

Columbia. – 2000. Unpublished manuscript.

5. Emmer, S. Optimal Portfolios with Bounded Capital-at-Risk / S. Emmer, C. Kluppelberg, R. Korn // *Mathematic Finance*. – 2002. – № 11. – P. 365–384.

6. Basel Committee on Banking Supervision. The New Basel Capital Accord. [Electronic resource]. – April 2003. – Mode of access : <http://www.bis.org/bcbs/bcbscp3.htm>. – Date of access : 14.03.2007.

7. Cvitanic, J. On dynamic measures of risk / J. Cvitanic, I. Karatzas // *Finance and Stochastics*. – 1999. – № 3. – P. 451–482.

8. Balbas, A. Coherent risk measures in a dynamic framework / A. Balbas, J. Garrido, S. Mayoral. – 2002. – Working Paper.

9. Cheridito, P. Coherent and convex risk measures for bounded cadlag processes / P. Cheridito, F. Delbaen, M. Kupper // *Stochastic Processes and their Applications*. – 2004. – Vol.112, № 1. – P. 1–22.

10. Riedel, F. Dynamic coherent risk measures / F. Riedel // *Stochastic Processes and their Applications*. – 2004. – № 112. – P. 185–200.