ISSN 2311-8709 (Online)
ISSN 2071-4688 (Print)

Рынок ценных бумаг

ОЦЕНКА РИСКА ИНВЕСТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДИАПАЗОНА КОЛЕБАНИЙ ЦЕНЫ АКТИВА

Владимир Валерьевич РОССОХИН[a,*], Нелли Валерьевна ЧАПРАК[b]

[a] доцент кафедры финансового менеджмента, Нижегородский филиал Национального исследовательского университета Высшей школы экономики, Нижний Новгород, Российская Федерация
vrossohin@hse.ru; holdmaer@inbox.ru

[b] преподаватель кафедры финансового менеджмента, Нижегородский филиал Национального исследовательского университета Высшей школы экономики, Нижний Новгород, Российская Федерация
nchaprak@hse.ru

[*] Ответственный автор

История статьи:
Принята 13.04.2015
Одобрена 28.04.2015

УДК 336.763

Ключевые слова: риск, оценка риска, инвестиционная деятельность, ценные бумаги

Аннотация

Предмет. В современной теории управления финансами концепция риска и доходности занимает краеугольное место. Это обусловливает развитие методик оценки рисков, построение моделей, связывающих риск и доходность, а также необходимость их применения при решении прикладных задач. Крайне большое значение упомянутая концепция приобретает при инвестировании на финансовых рынках.

Цели и задачи. В работе ставится цель разработать методику оценки риска инвестирования на основе показателя, отличного от используемых на настоящем этапе.

Для достижения цели был решен ряд задач. Это анализ существующих методик оценки рисков инвестирования, выявление недостатков и общих свойств, анализ прогнозных свойств данных моделей. Следующим этапом было решение задачи разработки показателя, не связанного с оценкой отклонения случайной величины от ее среднего значения. При этом условиями, накладываемыми на него, были его прогностические свойства и возможность оценки вероятности неблагоприятного результата.

Методология. В исследовании была проведена имитация торговли с использованием исторических данных динамики цен на разные активы. Далее с помощью статистических методов была проанализирована результативность внутридневной торговли на рынке ценных бумаг одновременно с оценкой дневного диапазона.

Результаты. Результатом исследований явилась разработка показателя на базе относительного колебания цены актива. Данный показатель имеет прямое отношение к возможности оценки вероятности получения убытков в результате инвестиционной деятельности, а также возможности его прогнозирования. Также представлены рекомендации по повышению доходности инвестирования с использованием приведенной методики.

Область применения результатов. Полученные результаты могут быть использованы для оценки вероятности неблагоприятных периодов в инвестиционном процессе и повышения эффективности биржевой торговли финансовыми активами на организованных рынках.

Выводы. Сделан вывод о прикладной значимости полученного результата, а также необходимости дальнейшей разработки методик оценки рисков с его использованием.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

Сейчас фондовый рынок является одним из самых динамично развивающихся секторов российской экономики. Постоянно растет число частных инвесторов, готовых вкладывать денежные средства в финансовые инструменты, которые на данный момент наиболее привлекательны с точки зрения возможностей получения дохода. Изменения происходят также и в стратегиях поведения инвесторов: все чаще применяются активные спекулятивные стратегии, призванные обеспечить повышенную доходность. Реализация активных стратегий широким кругом инвесторов стала возможна благодаря в том числе современным техническим возможностям автоматизации торговли, широкому спектру новых инновационных продуктов и услуг, предлагаемых финансовыми посредниками.

Инвестор, который начинал свою деятельность на бирже во времена, когда были созданы основные постулаты современного финансового менеджмента,

находился в совершенно иных условиях, его технические возможности были более ограничены, чем у современного высокотехнологичного трейдера. При этом развитие фондового рынка заключается не только в совершенствовании правовых основ, увеличении количества и изменении качества торгуемых инструментов, расширении инфраструктуры, обслуживающей биржевые торги, но и в развитии технологической составляющей процесса торгов. Интерфейсы современных программ позволяют проводить сделки купли-продажи ценных бумаг, а также анализировать поступающую информацию о динамике финансовых инструментов. Подобное эволюционное развитие фондового рынка дало возможность зародиться целым классам инвесторов нового образа мышления и мотивов осуществления инвестиционной деятельности. Современные высокоактивные инвесторы строят свои стратегии на противоположных классическим принципам мотивах поведения, а именно: работа на наиболее изменчивых активах, совершение операций на минимальных движениях цены. В связи с этим встает острая практическая проблема применимости классических инструментов оценки параметров инвестиционной деятельности – риска и доходности – для новых категорий биржевых инвесторов.

В основе современной классической финансовой теории лежат три фундаментальных модели: модель CAPM американского экономиста У.Ф. Шарпа, модель современной теории формирования инвестиционного портфеля Г.М. Марковица и формула оценки стоимости опционов Ф. Блека и М.С. Шоулза. Все эти три модели делают предположение, что движение цен финансовых активов имеет нормальное или Гауссово распределение, а рыночная доходность является случайной величиной. Однако при наличии аппарата математической статистики и большого набора исторических данных проблема прогнозирования доходности и в большей мере риска с высокой степенью точности по-прежнему не решена. Возможно, одной из причин является несовершенство существующего аппарата оценки и прогнозирования инвестиционного риска.

Прежде чем получить количественную оценку той или иной величины, необходимо дать точное качественное ее определение. Рассмотрим существующие в современной финансовой теории определения понятия риска. В экономической теории риск был впервые определен только в XVIII в. А. Смитом, который рассматривал риск в аспекте страхового дела, формирования заработных плат рабочим и функционирования лотерей. Позднее понятие риска получило более четкое определение.

Определение риска дает также У.Ф. Шарп. С его точки зрения, риск портфеля – это изменчивость доходности, которая измеряется стандартным отклонением (дисперсией) распределения доходности портфеля [1]. Однако далее автор приводит описание альтернативных мерил риска, приведенных в данной работе. А. Дамодаран определяет риск как вероятностное отклонение от ожидаемого значения прогнозной величины в большую или меньшую сторону, приводя в качестве наглядного примера слово «риск» как комбинацию иероглифов «опасность» и «возможность» в китайском языке [2].

В отечественной литературе емкое понятие риска было дано в работе А.С. Шапкина и В.А. Шапкина. По их мнению, риск – это деятельность, связанная с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели. Там же приводится вертикальная классификация рисков на чистые и спекулятивные, последние в свою очередь делятся на коммерческие риски, риски, связанные с покупательной способностью денег, и инвестиционные риски [3]. В дальнейшем из-за многогранности понятия риска и существования множества методов и моделей оценки разных видов риска в данной работе будет проанализирован только класс инвестиционных рисков.

Интересное свойство, возникающее при принятии инвестиционных решений, выделили Б.И. Вайсблат и Е.Н. Шилова. Недостатком многих работ они назвали то, что при выборе инвестиционного проекта они не учитывают такие свойства принимаемых решений, как достоверность того, что принятое решение является наилучшим. Ученые полагали, что эти свойства принимаемых решений необходимо учитывать, поскольку любое решение является рискованным, т.е. у лица, принимающего решение, нет полной уверенности в том, что принятое решение будет наилучшим[1] [4]. Иными словами, любое решение, сопряженное с риском, в природе своей содержит неопределенность.

[1] *Вайсблат Б.И., Шилова Е.Н.* Экономико-математическое моделирование // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 8. С. 17–19.

Проанализировав содержания работ [1–7][2], авторы пришли к заключению, что определения риска весьма несхожи в различных трактовках, однако можно выявить тесную взаимосвязь понятий риска и неопределенности. К. Друри рассматривает как синонимы термины «риск» и «неопределенность» при проведении анализа инвестиций, однако, выделяя существенную разницу между данными понятиями. О риске, по мнению К. Друри, говорят в ситуации, когда существует несколько возможных исходов и имеется релевантный прошлый опыт, позволяющий возможные исходы обработать статистически. Неопределенность проявляется в том случае, когда есть несколько возможных исходов, но предыдущих статистических данных мало, и это не позволяет предсказать возможные исходы [4].

Другое мнение о рыночной неопределенности высказал А. Дамодаран. Он объясняет состояние неопределенности на примере игры по вытаскиванию белых и черных шариков из мешка. Когда игроку известно количество шаров обоих цветов, то, воспользовавшись комбинаторикой, он может посчитать вероятность благоприятных и неблагоприятных для себя исходов и, соответственно, свои риски игры. В данном случае неопределенности нет, так как игрок может оценить свои возможности. Если же игроку неизвестно количество белых и черных шаров, то он сталкивается с неопределенностью, поскольку у него нет количественной оценки вероятностей потенциальных выигрышей и потерь. Если использовать подобную терминологию, на фондовом рынке инвесторам зачастую не известно не только количество, но и цвета приготовленных волей случая им шаров [2].

Интересное описание изменения цен финансовых активов и поведения инвестора дает Б. Мандельброт. Он выделяет две формы неопределенности: мягкую и бурную. Мягкая форма неопределенности как раз и описывается нормальным распределением, но встречается она крайне редко в идеализированных ситуациях, например в игре в «орлянку» и в белом шуме радиоволн. Бурная же неопределенность описывается им как состояние турбулентности воздушных потоков, в котором невозможно предугадать направление движения потоков воздуха в следующий момент. Цены финансовых активов в состоянии рыночной турбулентности подобны стрелам, выпущенным из лука стрелка с завязанными глазами. Стрелы могут находиться сколь угодно далеко от мишени. Подобное движение цен не может быть описано нормальным распределением и, соответственно, риски, которые возникают при инвестировании в условиях бурной неопределенности, не могут быть оценены стандартным отклонением [6].

Как отмечают Б.И. Вайсблат и Е.Н. Шилова, при выборе в условиях неопределенности и, следовательно, риска часто не учитываются такие свойства принимаемых решений, как достоверность того, что принятое решение является наилучшим[3].

Риск – вероятность получения отрицательного результата. Это подразумевает дополнительные разъяснения для понятия «отрицательный результат», методику определения значений вероятности данного события, а также различие в понятиях риска и неопределенности.

Независимо от выбранной трактовки встает острая проблема оценки риска в условиях неопределенности. В отличие от абстрактного понятия неопределенности, которое может быть описано даже весьма поэтично, оценка риска требует четкого понимания и численного выражения.

В качестве числовой характеристики риска используют ряд показателей [7].

1. Дисперсия доходности – мера разброса данной случайной величины, т.е. ее отклонения от математического ожидания, вычисляемая по формуле:

[2] *Евлахов Ю.С.* Снижение системных рисков на финансовом рынке: новые подходы в регулировании // Финансы и кредит. 2010. № 16. С. 35–40; *Калайдин Е.Н., Дюдин М.С.* Оценка риска в рамках гипотезы фрактального рынка // Финансы и кредит. 2013. № 22. С. 31–34; *Россохин В.В.* Оценка рисков активных и пассивных инвестиционных стратегий // Финансы и кредит. 2012. № 2. С. 19–27; *Вайсблат Б.И., Антонян Г.В.* Интервально-вероятностный подход к оценке инвестиционного проекта в условиях неопределенности // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 13. С. 12–14; *Вайсблат Б.И., Любушин Н.П.* Оценка рисков несостоятельности организации // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 42. С. 2–11; *Друри К.* Управленческий учет для бизнес-решений: учеб. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 655 с.; *Вовченко Н.Г., Евлахова Ю. С.* Трансформация национальной финансовой политики в посткризисных условиях // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 17. С. 2–6.; *Картвелишвили В.М., Колоскова В.М., Митин А.Ю.* Аспекты современного восприятия риска // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 8. С. 20–24; *Едронова В.Н., Россохин В.В.* Анализ корреляционных рисков российского фондового рынка и их влияния на характеристики инвестиционного портфеля // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 17. С. 30–36.

[3] *Вайсблат Б.И., Шилова Е.Н.* Экономико-математическое моделирование // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 8. С. 17–19.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n}}{n-1}, \quad (1)$$

где X – значение случайной величины;

n – количество наблюдений;

i – порядковый номер случайной величины в выборке.

2. Полудисперсия доходности SV, которая отличается от обычной дисперсии тем, что отражает разброс только тех значений, которые меньше среднего. Так как полудисперсия является среднеквадратичным отклонением вниз от ожидаемой доходности, она снижает привлекательность ценных бумаг с относительно высоким потенциальным ростом:

$$SV(X) = E\{\min[0, X - E(X)]^2\} =$$
$$= \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\{\min[0, X - E(X)]^2\},$$

где $E(X)$ – математическое ожидание случайной величины X.

3. Нижний частный момент порядка n:

$$LPM = E\{\min[0, X - X_T]^n\} =$$
$$= \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\{\min[0, X - X_T]^n\}.$$

4. Модифицированный коэффициент Джинни:

$$G(X) = \frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\left\|X_i - \bar{X}\right\|.$$

5. Абсолютное отклонение $AD(X)$, представляющее собой математическое ожидание абсолютных значений отклонений от среднего значения:

$$AD = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|X_i - \bar{X}\right|.$$

Следует отметить, что описанные методы во многом идентичны по своей структуре, поскольку основаны на отклонении от среднего. Соответственно, все они аналогичны дисперсии по своей сути. Поэтому в дальнейшем будем оперировать именно последним показателем или его альтернативой – стандартным (среднеквадратичным) отклонением.

В условиях современного высокотехнологичного фондового рынка инвесторы, использующие активные торговые стратегии, зачастую выбирают инструменты с большим размахом колебания цены внутри торговой сессии. Активы, цены которых имеют небольшой разброс значений за торговый день, малопривлекательны для спекулятивного трейдера, преследующего цель поймать как можно больше краткосрочных трендов. Напротив, участник торгов отдаст предпочтение высоковолатильным инструментам с существенным разбросом цен. Для подобной торговой стратегии минимизация риска неаналогична выбору актива с минимальным стандартным отклонением значений цен. Тогда встает резонный вопрос: насколько общепризнанное мерило риска – стандартное отклонение – реально отражает величину риска, принимаемого спекулятивным инвестором на себя?

Классическая финансовая теория разделяет риск на систематический (недиверсифицируемый) риск, и несистематический (диверсифицируемый) риск. Так как несистематический риск, по мнению классиков, может быть устранен диверсификацией, то все свое внимание модели оценки риска устремили на оценку систематического недиверсифицируемого риска. Основным индикатором рыночного риска в модели CAPM является коэффициент β, который находится с помощью парной регрессии или рассчитывается по формуле:

$$\beta_i = \frac{\mathrm{cov}_{im}}{\sigma_m^2},$$

где cov_{im} – ковариация между доходностью акции i и рыночной доходностью;

σ_m^2 – дисперсия рыночной доходности.

В альтернативной модели APM (Arbitrage Pricing Model) не предусмотрена классификация риска ни по источникам его возникновения ни по другим критериям, поэтому широкое распространение получили модели регрессионного анализа риска. Суть сводится к детальной систематизации потенциальных угроз и выявлению степени влияния выбранных факторов на доходность инвестора путем вычисления коэффициентов чувствительности на исторических данных.

В последнее время в современном риск-менеджменте приобрел популярность показатель «стоимость под риском» (Value at Risk, *VaR*). Исторически это понятие (*VaR*) неразрывно связано с ковариационным методом расчета показателя. Метод базируется на аппарате современной портфельной теории – предположении о нормальном распределении доходностей финансовых активов. Показатель *VaR* – это выраженная в денежных единицах оценка величины, которую не превысят ожидаемые

в течение данного периода времени потери с заданной вероятностью. Вычислив *VaR*, можно формулировать утверждения типа: «На α% уверены, что не потеряем более, чем q за ближайшие *N* дней» [7]. Подробное описание применения показателя *VaR* при активной биржевой торговле приведено в работе А.А. Лобанова и Е.И. Кайнова, в которой авторы оценивают сравнительную эффективность различных методов расчета *VaR*-лимитов по результатам имитационного моделирования, проведенного по ценам наиболее ликвидных акций российских предприятий [5].

Отмечается, что *VaR* обладает рядом существенных недостатков.

1. *VaR* не учитывает возможных больших потерь, которые могут произойти с маленькими вероятностями (меньшими, чем 1–0,01*a*).

2. *VaR* не может различить разные типы «хвостов» распределения потерь и поэтому недооценивает риск в случае, когда распределение потерь имеет «тяжелые хвосты» (т.е. его плотность медленно убывает).

3. *VaR* не является когерентной мерой. В частности, он не обладает свойством субаддитивности. Можно привести примеры, когда *VaR* портфеля больше, чем сумма *VaR* двух подпортфелей, из которых он состоит. Это противоречит здравому смыслу. Действительно, если рассматривать меру риска как размер капитала, резервируемого для покрытия рыночного риска, то для покрытия риска всего портфеля нет необходимости резервировать больше, чем сумму резервов составляющих его портфелей.

4. Для расчета *VaR* используют показатели отклонения, основанные на вычислении дисперсии и среднеквадратичного отклонения, что приравнивает его к классу инструментов, описанных выше с помощью формул.

Для расчета дисперсии случайной величины временного ряда по формуле (1) – в анализируемом случае цен и доходности биржевых активов – следует в первую очередь определить или задать глубину расчета, т.е. набор последних значений. Затем производится расчет среднего, и впоследствии – непосредственно конечного показателя. В связи с этим возникают две проблемы при использовании дисперсии как показателя риска: практическая утилитарность и возможность прогнозирования.

Под практической утилитарностью подразумевается использование показателя для измерения риска в прикладных целях, т.е. при принятии инвестиционных решений. Если опираться на определение риска, данное в начале, это означает, что необходимо вычислить вероятность негативного события. Это может быть убыток, неполучение прибыли выше заданного уровня доходности и т.п. Чаще всего за отрицательный результат принимается убыток, полученный в ходе операций на финансовом рынке, как сам факт, а также его величина. С помощью дисперсии в общем случае при неизвестном законе распределения невозможно выявить вероятность неблагоприятного исхода. В связи с этим отмечается большое количество прикладных исследований, направленных на идентификацию вида распределения доходности как случайной величины с достаточно широким спектром полученных результатов (Cont R) [8].

Тесно связана с вопросом утилитарности дисперсии и проблема ее прогнозирования. При этом она разбивается на две подпроблемы: что прогнозируется и с какой целью прогнозируется. К настоящему моменту разработан ряд моделей, позволяющих спрогнозировать значение дисперсии. Для этого Дж.К. Халл рекомендует использовать методы ARCH, GARCH и EWMA [9].

Модель ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) была разработана Р. Энгле [10]. С ее помощью волатильность оценивается по формуле:

$$\sigma_n^2 = \omega + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i u_{n-i}^2, \qquad (2)$$

где ω – константа (базовая волатильность с учетом долговременной дисперсии);

α_i – вес наблюдения, сделанный *i* периодов (дней) назад;

m – количество наблюдений;

u_{n-i} – доходность *i*-го периода.

Исследователь Т. Боллерслев модифицировал эту модель и предложил свой вариант – GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) [11]:

$$\sigma_n^2 = \omega + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i u_{n-i}^2 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \sigma_{n-i}^2, \qquad (3)$$

где *q*– количество наблюдений величины *u*;

p – количество наблюдений величины σ;

β_i – вес наблюдений, сделанных *i* периодов (дней) назад;

σ_{n-i}^2 – дисперсия предыдущих периодов.

Достаточно схожей с предыдущими является и модель вычисления экспоненциально взвешенного скользящего среднего (EWMA)[4]:

$$\sigma_n^2 = \lambda\sigma_{n-1}^2 + (\lambda - 1)u_{n-1}^2, \quad (4)$$

где λ – константа от 0 до 1;

u_{n-1}^2 – квадрат доходности предыдущего периода;

σ_{n-1}^2 – дисперсия предыдущего периода

При появлении следующего (нового) члена ряда необходимо пересчитать среднее значение и далее использовать его в последующем расчете дисперсии. Используя модели (2)–(4), можно подменить описанный процесс. Вместе с тем остается нерешенным вопрос о вероятности и величине убытка, который следовало бы оценить.

Еще одним методом прогнозирования волатильности является применение модели броуновского движения с решением стохастических дифференциальных уравнений [12]. Одновременно с этим в работах проводится и анализ существенных недостатков, присущих этому методу.

Для выработки решения обозначенных выше проблем необходимо вернуться к базовому определению риска как возможности получения отрицательного результата. В этом случае умышленно используется термин «возможность», поскольку использование понятия «вероятность» предполагает детерминизм ее величины или возможной оценки. В дальнейшем под отрицательным результатом будет подразумеваться убыток, полученный инвестором от операций на финансовом рынке. Анализ действий участников биржевых торгов подтверждает справедливость именно такого подхода к определению риска.

Использование дисперсии как меры риска одновременно с его определением приводит к возникновению парадокса, описанного ранее[5]. Это наглядно проявляется при инвестировании на короткий срок с использованием внутридневных данных. Большие отклонения цен и доходностей от среднего ведут к увеличению дисперсии и, следовательно, риска согласно существующей теории. Вместе с тем, когда цены биржевых активов подвержены значительным колебаниям, то, используя активный подход к управлению рыночным портфелем или отдельным активом, можно получать прибыль с высокой степенью вероятности, идентифицируя сильные тренды и определяя моменты покупки/продажи актива в том числе и с применением методов технического анализа.

Данная ситуация приводит к противоречию: высокий риск, идентифицируемый высокой дисперсией, приводит к низкому риску, т.е. получению прибыли с высокой долей вероятности.

Сложности при использовании дисперсии как показателя риска могут быть сопряжены еще с двумя аспектами инвестирования на финансовых рынках. Первый – это свойство симметричности дисперсии, которое проявляется в возможности отклонения случайной величины как в отрицательную, так и в положительную сторону. А с учетом понятия риска, приведенного ранее, важен для количественного анализа только негативный результат. Кроме того, стоит отметить, что дисперсия возрастает и при аномально высоком темпе роста цен и доходностей, и в случае аномальной скорости падения этих показателей. На данный фактор накладываются возможность маржинального кредитования на рынке ценных бумаг и использование производных финансовых инструментов с целью извлечения прибыли от отрицательной динамики активов на финансовых рынках. Также необходимо подчеркнуть, что волатильность не является эквивалентом адекватного риска, и его мерило уже описывалось (S.H. Poon and C.W.J. Granger) [13].

Поэтому возникает необходимость введения нового инструмента оценки риска. Этот показатель или инструмент должен обладать прогностическим свойством в части оценки вероятности того или иного исхода, быть способным разрешить описанный парадокс, быть простым в конструировании и использовании.

В связи с изложенным основной задачей стала разработка показателя инвестиционного риска, связанного как с фактом получения прибыли, так и с размером самой прибыли. В результате анализа временных рядов цен на биржевые активы, оценки риск/доходных характеристик инвестиционных стратегий был предложен показатель дзета ζ:

$$\zeta = \frac{H - L}{L},$$

где H – максимальная цена сделки в течение биржевой сессии;

L – минимальная цена сделки в течение биржевой сессии.

[4] *Евлахов Ю.С.* Снижение системных рисков на финансовом рынке: новые подходы в регулировании // Финансы и кредит. 2010. № 16. С. 35–40.

[5] *Россохин В.В.* Оценка рисков активных и пассивных инвестиционных стратегий // Финансы и кредит. 2012. № 2. С. 19–27.

В дальнейшей работе будет использоваться в том числе и термин «дзета-показатель». С одной стороны, он отражает волатильность как размах колебания цен сделок в течение торговой сессии в долях. С другой стороны, по числителю можно определить диапазон колебания в абсолютных единицах. Также показатель всегда положителен. Дальнейшие исследования и расчеты были направлены на поиск взаимосвязи дохода и доходности торговли с величиной указанного индикатора. То есть анализу были подвергнуты результаты внутридневной торговли при определенных ценовых диапазонах дня в целом. Это означает, что сопоставлялись результаты внутридневной торговли с использованием данных цен закрытия пятиминутных баров с величиной показателя ζ.

В качестве данных была использована информация о ценах закрытия пятиминутных баров следующих активов:

- фьючерс на индекс РТС;
- фьючерс на валютную пару доллар/рубль;
- обыкновенные акции ОАО «Газпром»;
- обыкновенные акции ОАО «Сбербанк».

Выбор данных ценных бумаг был обусловлен высокой ликвидностью инструментов, что обеспечивает наличие ценовых колебаний в течение торговой сессии, а также привлекательностью их для широкого класса инвесторов. Количество внутридневных данных за период с 09.06.2012 по 04.04.2014, на которых проводилось моделирование представлено в табл. 1.

Следующим шагом явилось моделирование процесса торговли ценной бумагой. Предполагалось принимать решения о сделках на основании инструмента технического анализа – пересечения двух скользящих средних. При этом покупка свершалась в момент, когда скользящая средняя с меньшим периодом пересекала скользящую среднюю с большим периодом снизу вверх. При обратном пересечении свершалась сделка по продаже [14]. Расчет скользящей средней проводился по стандартной формуле [14]. В качестве аргумента использовалась цена закрытия (цена последней сделки) пятиминутного временного интервала.

Таблица 1

Объем исходных данных для моделирования торговли

Актив	Количество пятиминутных баров
Фьючерс на индекс РТС	64 000
Фьючерс на валютную пару долл./руб.	64 000
Обыкновенные акции ОАО «Газпром»	63 144
Обыкновенные акции ОАО «Сбербанк России»	63 144

В процессе имитационного моделирования процесса торговли встал вопрос о периодах скользящих средних. Данный параметр крайне важен для результативности принятия решений и оказывает сильное влияние на итоговую прибыль/убыток. Поэтому была проведена предварительная имитация торговли с целью отбора параметров скользящих средних. Для этого диапазон изменения короткой скользящей средней был установлен от 5 до 40, а период длинной скользящей средней был установлен в диапазоне от 10 до 110. В итоге были выбраны две пары оптимальных параметров: один по критерию максимальной прибыли, а другой по оптимальному соотношению количества прибыльных сделок к количеству убыточных. Дополнительным условием было то, что период короткой скользящей средней был меньше периода длинной скользящей средней.

Как уже было сказано, результатом моделирования торговых операций с заранее выбранными активами явилась статистика соотношения прибыльности/убыточности торговли в течение одного торгового дня с использованием цен закрытия пятиминутных временных интервалов в сопоставлении с величиной показателя ζ. При этом доходности внутридневной торговли группировались по диапазонам изменения дзета-показателя. Результаты моделирования внутридневной торговли представлены в табл. 2–9.

Далее приводится описание строк упомянутых таблиц.

Количество значений ζ – общее количество значений дзета-показателя, попавшего в данный диапазон.

Доля значений ζ от общего числа – доля значений показателя ζ, попавшего в данный диапазон значений, от общего количества полученных значений этого показателя.

Убыточные – количество дней, в которых был получен убыток при условии попадания показателя ζ в указанный диапазон.

Прибыльные – количество дней, в которых была получена прибыль при условии попадания показателя ζ в указанный диапазон.

Доля убыточных (%) – доля дней, в которых был

Таблица 2

Результаты моделирования торговых операций с акциями ОАО «Газпром» с параметрами торговой системы, отобранными по критерию наилучшего соотношения количества прибыльных и убыточных сделок

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3,0%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	1	26	136	157	120	57	39	30	14	2
Доля значений ζ от общего числа	0,17	4,47	23,37	26,98	20,62	9,79	6,7	5,15	2,41	0,34
Убыточные	1	11	77	77	49	19	14	5	3	0
Прибыльные	0	15	59	80	71	38	25	25	11	2
Доля убыточных, %	100	42,31	56,62	49,04	40,83	33,33	35,9	16,67	21,43	0
Доля прибыльных, %	0	57,69	43,38	50,96	59,17	66,67	64,1	83,33	78,57	100
σ (Profit)	–	8,21	12,88	17,71	19,27	28,09	32,31	28,91	39,1	6,01
σ (Close)	–	0,2421	0,3861	0,5452	0,7718	0,8959	1,1073	1,3936	1,4139	1,5543

Таблица 3

Результаты моделирования торговых операций с акциями ОАО «Газпром» с параметрами торговой системы, отобранными по критерию максимальной прибыли

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	1	27	136	157	120	57	40	30	14	2
Доля значений ζ от общего числа	0,17	4,62	23,29	26,88	20,55	9,76	6,85	5,14	2,4	0,34
Убыточные	1	17	82	87	51	15	11	5	4	0
Прибыльные	0	10	54	50	69	42	29	25	10	2
Доля убыточных, %	100	62,96	60,29	55,41	42,5	26,32	25	16,67	28,57	0
Доля прибыльных, %	0	37,04	39,71	31,85	57,5	73,68	72,5	83,33	71,43	100
σ (Profit)	–	9,77	12,28	17,23	24,47	31,03	23,33	27,82	50,86	2,01
σ (Close)	0,1133	0,2421	0,3861	0,5452	0,7334	0,8959	1,1073	1,3936	1,4139	1,5543

Таблица 4

Результаты моделирования торговых операций с фьючерсами на индекс РТС с параметрами торговой системы, отобранными по критерию наилучшего соотношения количества прибыльных и убыточных сделок

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	1	29	94	106	77	31	18	10	10	8
Доля значений ζ от общего числа	0,3	7,6	24,5	27,6	20,1	8,1	4,7	2,6	2,6	2,1
Убыточные	0	23	64	48	24	10	8	2	5	1
Прибыльные	1	6	30	58	53	21	10	8	5	7
Доля убыточных, %	0	79,3	68,1	45,3	31,2	32,3	38,9	20	50	12,5
Доля прибыльных, %	100	20,7	31,9	54,7	68,8	67,7	55,6	80	50	87,5
σ (Profit)	–	5,2	9,6	11,3	13,1	15,8	14	17,3	23,4	13,3
σ (Close)	68,51	224,75	363,43	557,64	714,27	859,99	1038,23	1247,25	1236,86	1062,2

Таблица 5

Результаты моделирования торговых операций с фьючерсами на индекс РТС с параметрами торговой системы, отобранными по критерию максимальной прибыли

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	1	29	94	106	77	31	18	10	10	8
Доля значений ζ от общего числа	0,3	7,6	24,5	27,6	20,1	8,1	4,7	2,6	2,6	2,1
Убыточные	0	24	57	48	27	11	7	1	2	1
Прибыльные	1	5	37	58	50	20	11	9	8	7
Доля убыточных, %	0	82,8	60,6	45,3	35,1	35,5	33,3	10	20	12,5
Доля прибыльных, %	100	17,2	39,4	54,7	64,9	64,5	61,1	90	80	87,5
σ (Profit)	–	5,7	9,6	10,3	11,9	16,8	12,2	15,4	24,9	12,4
σ (Close)	68,51	224,75	363,43	557,64	714,27	859,99	1038,23	1247,25	1236,86	1062,2

Таблица 6

Результаты моделирования торговых операций с акциями ОАО «Сбербанк России» с параметрами торговой системы, отобранными по критерию наилучшего соотношения количества прибыльных и убыточных сделок

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	0	36	150	134	102	61	45	30	13	12
Доля значений ζ от общего числа	–	6,2	25,7	23	17,5	10,5	7,7	5,1	2,2	2,1
Убыточные	–	21	92	49	40	23	20	9	6	2
Прибыльные	–	15	58	85	62	38	25	21	7	10
Доля убыточных, %	–	58,3	60	35,8	39,2	37,7	42,2	30	46,2	16,7
Доля прибыльных, %	–	41,7	40	64,2	60,8	62,3	57,8	70	53,8	83,3
σ (Profit)	–	6,3	11,6	13,6	17,6	18,9	31,3	27,8	39,8	18,4
σ (Close)	–	0,1496	0,2437	0,3532	0,4572	0,5603	0,6658	0,7469	0,8447	1,0103

Таблица 7

Результаты моделирования торговых операций с акциями ОАО «Сбербанк России» с параметрами торговой системы, отобранными по критерию максимальной прибыли

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	–	36	150	134	102	61	45	30	13	12
Доля значений ζ от общего числа	–	6,2	25,7	23	17,5	10,5	7,7	5,1	2,2	2,1
Убыточные	–	20	85	46	42	20	20	10	6	1
Прибыльные	–	16	65	88	60	41	25	21	7	11
Доля убыточных, %	–	55,6	56	34,3	41,2	32,8	40	30	46,2	8,3
Доля прибыльных, %	–	44,4	44	65,7	58,8	67,2	60	70	53,8	91,7
σ (Profit)	–	7,7	12,4	14	18,5	19,5	36	27,8	52,7	20,4
σ (Close)	–	0,1496	0,2437	0,3532	0,4572	0,5603	0,6658	0,7469	0,8447	1,0103

Таблица 8

Результаты моделирования торговых операций с фьючерсами на валютную пару доллар/рубль с параметрами торговой системы, отобранными по критерию наилучшего соотношения количества прибыльных и убыточных сделок

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	103	216	60	11	4	1	–	–	–	–
Доля значений ζ от общего числа	26,1	54,7	15,2	2,8	1	0,3	–	–	–	–
Убыточные	69	93	16	1	0	0	–	–	–	–
Прибыльные	34	123	44	10	4	1	–	–	–	–
Доля убыточных, %	66,99	42,59	26,67	9,09	0	0	–	–	–	–
Доля прибыльных, %	33,01	57,41	73,33	90,91	100	100	–	–	–	–
σ (Profit)	2,39	4,33	6,83	9,91	5,74	–	–	–	–	–
σ (Close)	25,3097	49,7562	90,9559	152,2747	202,8329	61,5818	–	–	–	–

Таблица 9

Результаты моделирования торговых операций с фьючерсами на валютную пару доллар/рубль с параметрами торговой системы, отобранными по критерию максимальной прибыли

(H-L)/L	От 0 до 0,5%	От 0,5 до 1%	От 1 до 1,5%	От 1,5 до 2%	От 2 до 2,5%	От 2,5 до 3%	От 3 до 3,5%	От 3,5 до 4%	От 4 до 4,5%	От 4,5 до 5%
Количество значений ζ	103	216	60	11	4	1	–	–	–	–
Доля значений ζ от общего числа	26,1	54,7	15,2	2,8	1	0,3	–	–	–	–
Убыточные	64	102	12	1	0	1	–	–	–	–
Прибыльные	39	114	48	10	4	0	–	–	–	–
Доля убыточных, %	62,14	46,76	20	9,09	0	100	–	–	–	–
Доля прибыльных, %	37,86	53,24	80	90,91	100	0	–	–	–	–
σ (Profit)	2,97	3,83	5,97	10,82	11,46	–	–	–	–	–
σ (Close)	25,3097	49,7562	90,9559	152,2747	202,8329	61,5818	–	–	–	–

получен убыток при условии попадания показателя ζ в указанный диапазон.

Доля прибыльных (%) – доля дней, в которых была получена прибыль при условии попадания показателя ζ в указанный диапазон.

σ (Profit) – стандартное отклонение доходности.

σ (Close) – стандартное отклонение цен закрытия.

Для визуализации результатов можно построить графики в виде гистрограмм, иллюстрирующих количество сделок и их доходность при условии попадания величины дзета-показателя в один из диапазонов (рис. 1–8).

В ситуации с другими активами графическая картина идентична.

Основным выводом из обработки результатов моделирования можно считать выявленную зависимость доли прибыльных сделок от диапазона $(H–L)/L$: с увеличением относительного ценового диапазона растет доля прибыльных сделок. Одновременно с этим стоит отметить, что показатели стандартных отклонений по прибыли/убыткам, а также по доходности растут с увеличением диапазона колебаний цены за торговый день (и увеличением доли прибыльных сделок).

Последний вывод еще раз подтверждает наличие парадокса при использовании дисперсии в качестве основного мерила риска. С одной стороны, при возрастании дисперсии финансового результата можно констатировать возрастание риска согласно

Рисунок 1

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 0,5 до 1%

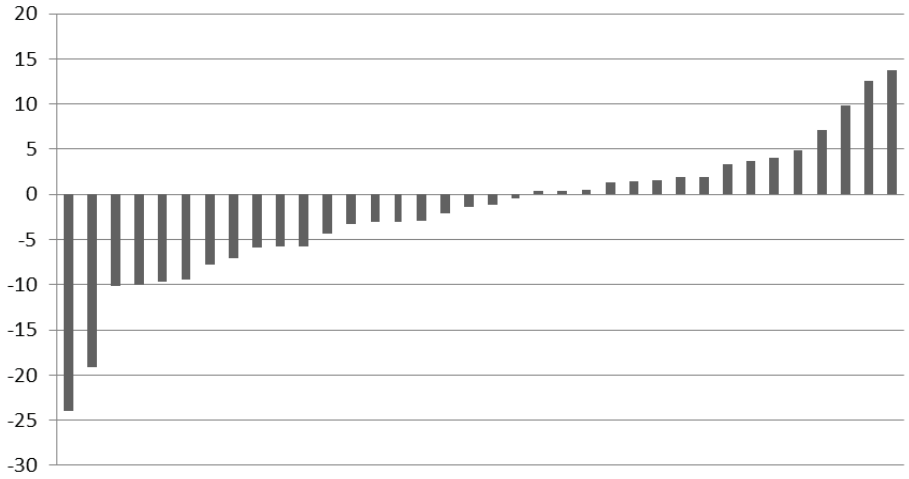


Рисунок 2

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 1 до 1,5%

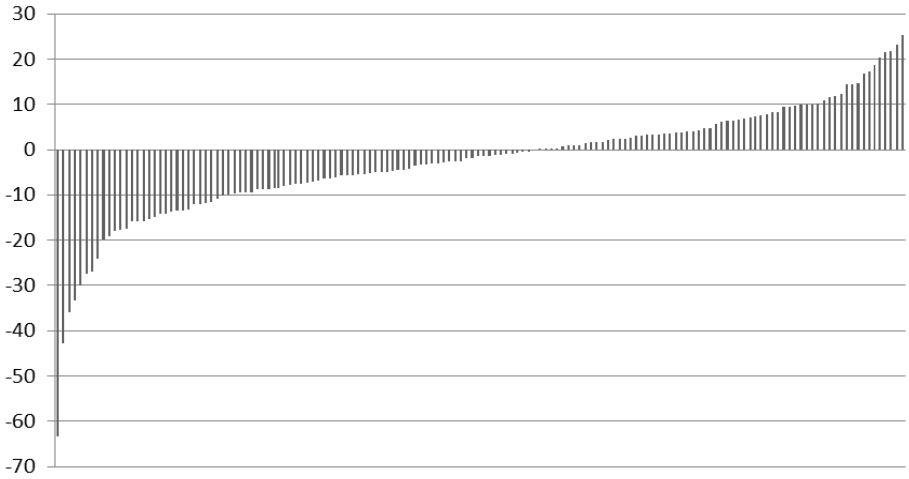


Рисунок 3

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 1,5 до 2%

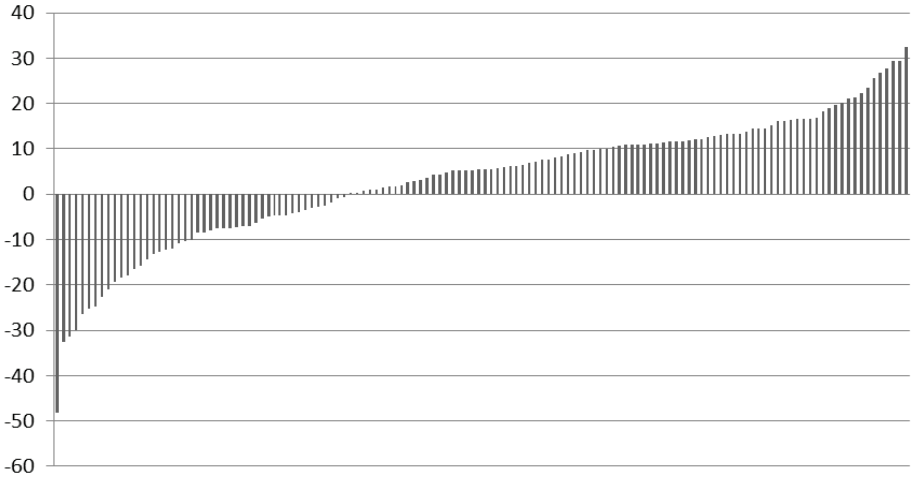


Рисунок 4

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 2 до 2,5%

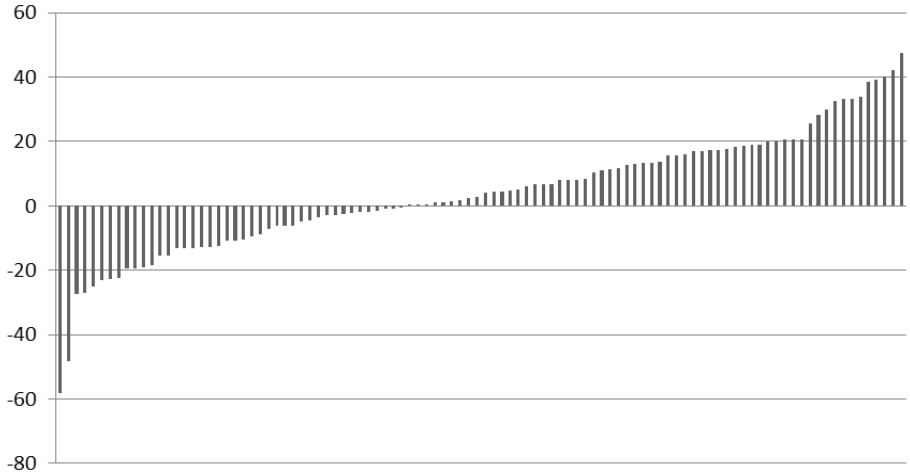


Рисунок 5

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 2,5 до 3%

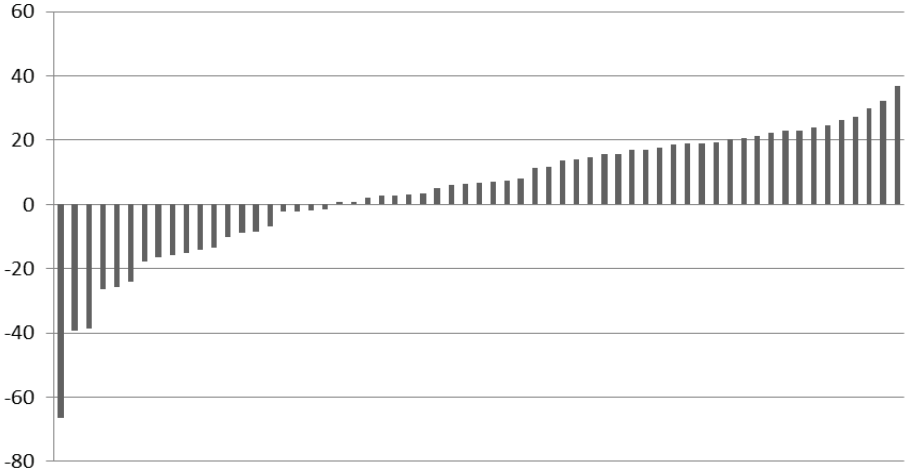


Рисунок 6

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 3 до 3,5%

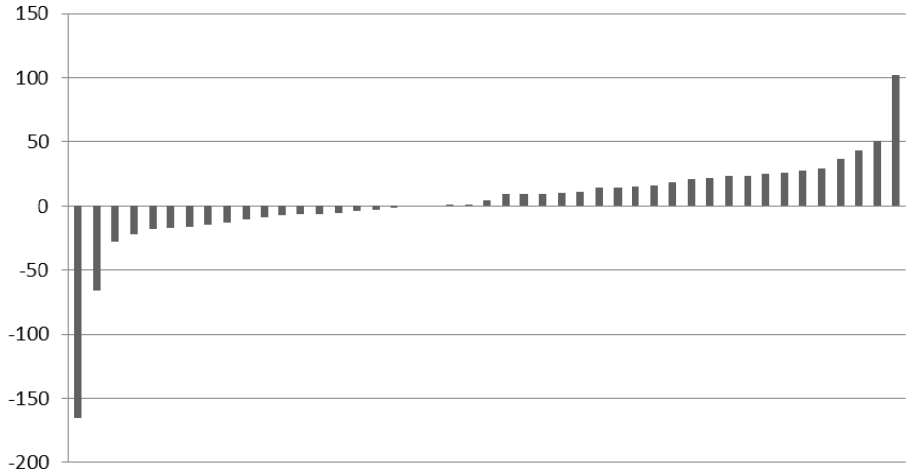


Рисунок 7

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 3,5 до 4%

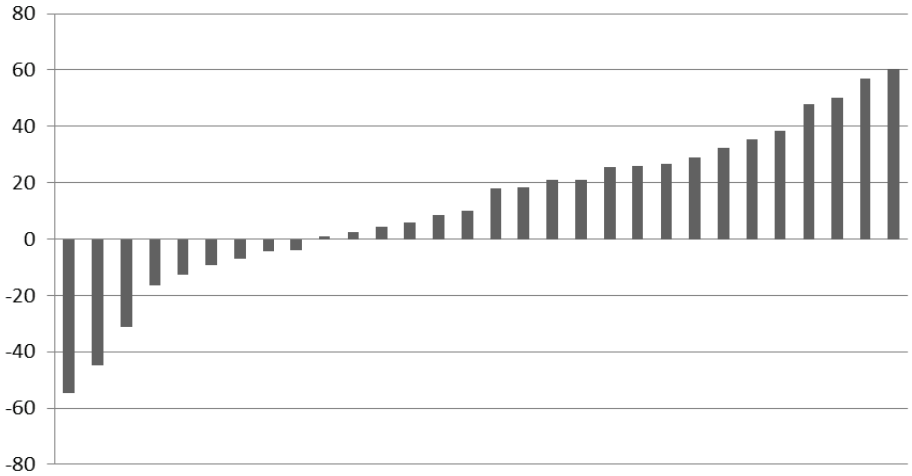
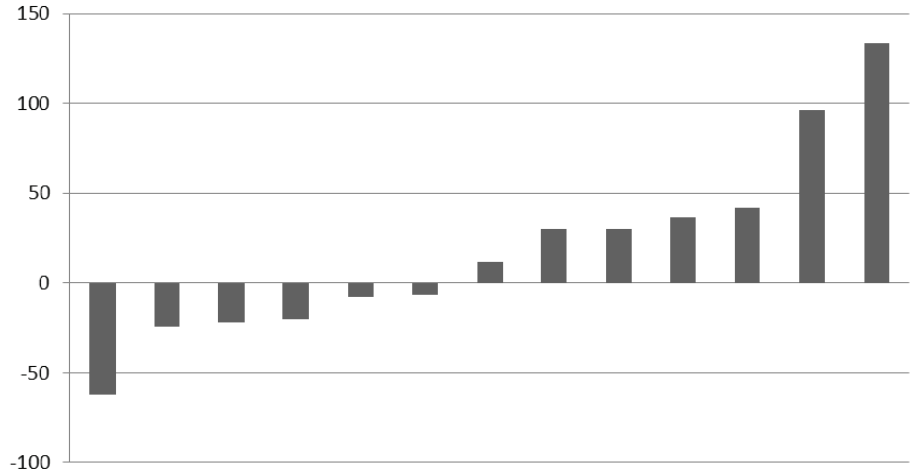


Рисунок 8

Соотношение прибыльных и убыточных сделок с акциями ОАО «Сбербанк России» при попадании дзета-показателя в диапазон значений от 4 до 4,5%



существующей теории. С другой стороны, увеличение при этом доли прибыльных сделок во всех экспериментах означает уменьшение вероятности неблагоприятного события – получения убытка, что в свою очередь тоже квалифицируется как снижение риска.

В качестве практической значимости результатов и выводов исследования можно отметить, что теперь, кроме дисперсии, аналитики, частные инвесторы и портфельные управляющие могут пользоваться дополнительным показателем риска, по расчету не являющимся достаточно полным аналогом дисперсии. Это приведет к большей точности прогнозов и, как следствие, обоснованности инвестиционных решений.

Второй важной характеристикой полученных результатов и разработанного показателя является возможность прогнозирования. В качестве данных для анализа можно выделить частоту появления определенного размаха колебания рынка и тем самым определить, с какой вероятностью параметр $(H–L)/L$ попадает в конкретный диапазон. Одновременно с этим можно выявить вероятность получения прибыли по результатам торговли на внутридневных данных за торговый день при условии попадания дзета-показателя в определенный диапазон.

Наиболее иллюстративным примером прикладного использования полученных результатов является применение дзета-показателя в алгоритмической торговле с использованием программных модулей автоматизированного свершения сделок (известных как торговые роботы). В этом случае при принятии решений о покупке/продаже актива упомянутого ранее алгоритма пересечения двух скользящих средних часть торговых дней может быть прибыльна, а часть убыточна.

Используя же результаты обработки частот и вероятностей, инвестор получает возможность повысить интегральную результативность торговли путем увеличения доли прибыльных дней. При возрастании вероятности возникновения убыточного дня трейдер просто не примет участия в торгах в данную биржевую сессию. Для этого стоит просто не включать торгового робота. При достаточно высокой степени автоматизации торговли на фондовой бирже, а также возможности использования широкого спектра программных средств можно запрограммировать модуль самостоятельно принимать решение об отказе от участия в торгах. Естественно, полностью исключить отрицательный результат пока не представляется возможным, однако повысить общую результативность инвестиционного процесса вполне возможно.

Результаты данного исследования также позволяют снизить критичность влияния на результат отдельных параметров торговых стратегий, относящихся к свойствам аналитических инструментов принятия решений (в данном случае это периоды скользящих средних), что может обусловить отдельное направление исследования – степени влияния периодов индикаторов технического анализа в условиях контроля степени вероятности отрицательного результата. Кроме этого, настоящая работа может индуцировать и исследования в направлении статистических методов прогнозирования прибыльности биржевой торговли.

Список литературы

1. *Шарп У., Александер Г., Бейли Дж.* Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 2001. 1028 с.
2. *Дамодаран А.* Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов. 4-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2007. 1340 с.
3. *Шапкин А.С., Шапкин В.А.* Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. 7-е изд. М.: Дашков и Ко, 2009. 544 с.
4. *Друри К.* Управленческий учет для бизнес-решений: учеб. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 655 с.
5. *Лобанов А.А., Каинова Е.И.* Сравнительный анализ методов расчета VaR-лимитов с учетом модельного риска на примере российского рынка акций // Управление финансовыми рисками. 2005. № 1. С. 44–55.
6. *Мандельброт Б., Хадсон Р.Л.* (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах. М.: Вильямс, 2006. 400 с.
7. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под ред. А.А. Лобанова и А.В. Чугунова. М.: Альпина Паблишер, 2003. 786 с.

8. *Cont R.* Empirical Properties of Asset Returns: Stylized Facts and Statistical Issues // Quantitative Finance. 2001. № 1. P. 223–236.

9. *Халл Дж.К.* Опционы, фьючерсы другие производные финансовые инструменты, 6-е изд. М.: Вильямс, 2007. 1056 с.

10. *Engle R*. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // Econometrica. 1982. № 50. Iss. 4. P. 987–1008.

11. *Bollerslev T.* Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity // Journal of Econometrics. 1986. № 31. P. 307–327.

12. *Figlewski S*. Forecasting volatility // Financial Markets, Institutions, and Instruments. 1997. № 6. Iss. 1. P. 1–88.

13. *Poon S.H., Granger C.W.J.* Forecasting volatility in Financial markets: a review // Journal of Economic Literature. 2003. № 41. P. 478–539.

14. *Лебо Ч., Лукас Д.В.* Компьютерный анализ фьючерсных рынков. 2-е изд. М.: Альпина, 2006. 264 с.

ISSN 2311-8709 (Online)
ISSN 2071-4688 (Print)

Securities Market

INVESTMENT RISK ASSESSMENT USING THE RELATIVE RANGE OF ASSET PRICE FLUCTUATIONS

Vladimir V. ROSSOKHIN[a,*], Nelli V. CHAPRAK[b]

[a] National Research University Higher School of Economics – Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
vrossohin@hse.ru

[b] National Research University Higher School of Economics – Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
nchaprak@hse.ru

[*]Corresponding author

Article history:
Received 13 April 2015
Accepted 28 April 2015

Keywords: risk, risk assessment, investment, securities

Abstract
Subject The concept of risk and return is a cornerstone of the modern theory of finance. This fact gives rise to developing the methods for risk assessment, building the models that link risk and return, and using them in applications. The concept is of utmost importance while investing in financial markets.
Objectives The study aims at developing the investment risk assessment techniques on the basis of the indicator other than those employed at the current stage.
Methods In the study, we simulated trading based on historical information on price behavior of different assets. Further, we analyzed the effectiveness of the intraday trading in the securities market, simultaneously with the assessment of the daily range, using statistical methods.
Results The result of this research is the development of the indicator based on relative fluctuations of asset price. The indicator directly relates to the assessment of probability of losses as a result of investment activities, as well as the possibility of loss forecasting. We present recommendations for improving the profitability of investment using the specified techniques. The findings may be useful for assessing the likelihood of unfavorable periods in the investment process and for increasing the efficiency of marketplace trading in financial assets in organized markets.
Conclusions The obtained result has applied relevance. It is necessary to further develop the risk assessment techniques based on the findings of the study.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

References

1. Sharpe W.F., Aleksander G.J., Bailey J.V. *Investitsii* [Investments]. Moscow, INFRA-M Publ., 2001, 1028 p.
2. Damodaran A. *Investitsionnaya otsenka: instrumenty i metody otsenki lyubykh aktivov* [Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset]. Moscow, Al'pina Pablisher Publ., 2007, 1340 p.
3. Shapkin A.S., Shapkin V.A. *Ekonomicheskie i finansovye riski. Otsenka, upravlenie, portfel' investitsii* [Economic and financial risks. Assessment, management, investment portfolio]. Moscow, Dashkov i Ko Publ., 2009, 544 p.
4. Drury C. *Upravlencheskii uchet dlya biznes-reshenii* [Management Accounting for Business]. Moscow, YUNITI-DANA Publ., 2012, 655 p.
5. Lobanov A.A., Kainova E.I. Sravnitel'nyi analiz metodov rascheta VaR-limitov s uchetom model'nogo riska na primere rossiiskogo rynka aktsii [A comparative analysis of methods for VaR limit calculation based on model risk: the case of the Russian equity market]. *Upravlenie finansovymi riskami = Financial Risk Management*, 2005, no. 1, pp. 44–55.
6. Mandelbrot B., Hudson R.L. *(Ne)poslushnye rynki: fraktal'naya revolyutsiya v finansakh* [The (Mis)Behaviour of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin and Reward]. Moscow, Vil'yams Publ., 2006, 400 p.
7. *Entsiklopediya finansovogo risk-menedzhmenta* [Encyclopedia of financial risk management]. Moscow, Al'pina Pablisher Publ., 2003, 786 p.
8. Cont R. Empirical Properties of Asset Returns: Stylized Facts and Statistical Issues. *Quantitative Finance*,

2001, no. 1, pp. 223–236.

9. Hull J.C. *Optsiony, f'yuchersy drugie proizvodnye finansovye instrument* [Options, Futures, and Other Derivatives]. Moscow, Vil'yams Publ., 2007, 1056 p.
10. Engle R. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 1982, vol. 50, iss. 4, pp. 987–1008.
11. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, no. 31, pp. 307–327.
12. Figlewski S. Forecasting Volatility. *Financial Markets, Institutions, and Instruments*, 1997, vol. 6, iss. 1, pp. 1–88.
13. Poon S-H., Granger C.W.J. Forecasting volatility in financial markets: a review. *Journal of Economic Literature*, 2003, no. 41, pp. 478–539.
14. LeBeau Ch., Lucas D.W. *Komp'yuternyi analiz f'yuchersnykh rynkov* [Computer Analysis of the Futures Market]. Moscow, Al'pina Publ., 2006, 264 p.