

0-793811

На правах рукописи



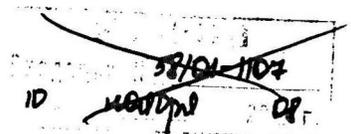
Яковенко Роман Олегович

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДОХОДНОСТИ И РИСКА
ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ

Специальность 08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Саратов 2008



Работа выполнена в Саратовском государственном социально-экономическом университете

Научный руководитель доктор экономических наук, профессор
Балаш Владимир Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Лукашин Юрий Павлович

кандидат экономических наук, доцент
Степанова Инесса Владимировна

Ведущая организация Российский государственный
торгово-экономический университет,
г. Москва

Защита диссертации состоится 25 ноября 2008 г. в 15 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.214.04 при Самарском государственном экономическом университете по адресу: 443090, г. Самара, ул. Советской Армии, д. 141, ауд. 325

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Самарского государственного экономического университета

Автореферат разослан 24 октября 2008 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000714726

Ученый секретарь
диссертационного совета

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Т.И. Леонтьева'.

Леонтьева Т.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время российский рынок акций является развивающимся. Его становление связано с выбором источников российского или иностранного капитала, методик управления рынком, защиты от финансовых кризисов.

Инвестирование денежных средств в условиях рыночной экономики сопряжено с анализом и минимизацией риска. При этом решаются задачи обеспечения возврата основных сумм и получения дохода при наличии на рынке многообразия финансовых инструментов. Кроме того, одно из центральных мест в современной теории и практики финансов занимает проблема принятия эффективных управленческих решений в условиях возможности наступления неблагоприятного события, приводящего к потерям. Анализ развития методов и средств управления финансовыми инвестициями показывает, что со второй половины прошлого века наблюдается массовое внедрение в практику статистических моделей оценки доходности и риска для оценки чувствительности к экстремальным событиям на фондовых биржах.

Степень разработанности исследования. Классическая теория, включающая вопросы долгосрочного развития фондовых рынков, портфельного инвестирования и диверсификации, представлена в фундаментальных работах таких авторов, как Г. Дж. Александер, Дж. В. Бейли, Р. Брили, Г. Бокс, Л. Гитман, М. Джонк, Г.М. Дженкинс, Г. Марковиц, С. Майерс, Д. Мерфи, Э. Петерс, Дж. Тобин, Е. Фама, У. Шарп.

Значительный вклад в исследование по теме диссертации внесли отечественные учёные А.В. Воронцовский, В.М. Золотарёв, Ю.П. Лукашин, Я.М. Миркин, В.Н. Салин, Е.М. Четыркин, В.В. Учайкин и другие.

Исторически первым методом портфельной оптимизации доходности является метод Гарри Марковица. Эта теория давала возможность оптимального выбора, опираясь на гипотезу о том, что изменение доходностей активов, составляющих портфель, подчиняется нормальному закону



Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка методических подходов и практических рекомендаций по совершенствованию статистической оценки доходности и рискованности инвестиционного портфеля ценных бумаг. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- исследование теоретических основ оценки рискованности и доходности инвестиций в ценные бумаги;
- рассмотрение существующих методик определения параметров устойчивых распределений доходностей финансовых активов на основе биржевой статистики;
- статистическая оценка параметров законов распределения доходностей российских ценных бумаг;
- рассмотрение методов формирования и выбора из множества эффективных портфелей при негауссовском распределении доходностей;
- исследование статистических характеристик оптимальных портфелей, построенных при предположении о многомерном устойчивом распределении доходностей ценных бумаг российского фондового рынка;
- разработка методики статистической оценки риска портфеля в случае негауссовских законов распределений доходностей.

Объектом исследования является рынок ценных бумаг Российской Федерации, в частности такой его сегмент, как рынок акций.

Предметом исследования выступает статистическая методология исследования фондового рынка, выраженная в методике определения параметров законов распределения доходностей финансовых инструментов, структуры портфеля ценных бумаг и оценки рискованности инвестиций в финансовые активы.

Область исследования соответствует паспорту специальности ВАК РФ 08.00.12 «Бухгалтерский учёт и статистика» пунктам 3.1 «Методы статистического измерения и наблюдения социально-экономических явлений, обработки статистической информации, оценка качества данных наблюдений;

организация статистических работ» и 3.7 «Методы измерения финансовых и страховых рисков, оценки бизнес-рисков, принятия решений в условиях неопределенности и риска, методология финансово-экономических и актуарных расчетов».

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных учёных по экономической теории и теории инвестиций, финансовой статистике и эконометрике. В качестве исследовательского аппарата применялись методы: статистических группировок, сглаживания, регрессионного анализа временных рядов, построения моделей условной гетероскедастичности, проверки гипотез о виде законов распределения, оценки параметров устойчивых распределений квантильным методом, методом максимального правдоподобия и характеристической функции, оптимизации портфеля рискованных активов, оценки «капитала под риском» дельта-нормальным методом, историческим методом и методом Монте-Карло. Обработка исходной информации и моделирование производилось с использованием пакетов прикладных программ MS Excel, STATISTICA, STABLE, Gretl, Wealth-Lab.

Информационное обеспечение работы составили данные российских торговых площадок РТС и ММВБ за 2003-2008 гг.

Научная новизна исследования заключается в разработке предложений, методологических и практических рекомендаций по оцениванию доходности и рискованности инвестиционного портфеля ценных бумаг, адекватных современным российским условиям. К числу наиболее значимых результатов относятся следующие:

– проведён эмпирический анализ распределения доходностей инструментов российского фондового рынка и доказана необходимость использования устойчивых законов распределения для моделирования доходностей;

– произведена оценка параметров устойчивых законов доходностей акций, пользующихся наибольшим спросом у инвесторов, и фондовых индексов;

– разработана методика анализа структуры портфелей ценных бумаг в случае многомерных устойчивых распределений;

– проведён ретроспективный анализ статистических характеристик доходностей и риска портфелей, сформированных в предположении о многомерных устойчивых распределениях, выявлена предпочтительность использования устойчивых портфелей при высокой волатильности рынка;

– предложена методика оценки риска инвестиционного портфеля, основанная на негауссовском распределении доходностей.

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в разработке методологии статистической оценки параметров распределений доходностей российских ценных бумаг, рекомендаций по определению структуры портфеля ценных бумаг и моделированию риска инвестиций в российские ценные бумаги. Разработанные методологические рекомендации могут применяться как инвесторами, так и различными государственными и коммерческими структурами, специализирующимися на работе с рынком ценных бумаг. Содержащиеся в работе предложения и выводы могут представлять интерес для специалистов по инвестиционной и экономической проблематике, а также использоваться в учебном процессе.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 5 научных трудах автора общим объёмом 1,95 печатных листа. Результаты работы докладывались и обсуждались на XXI Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях», 2008 год, г. Саратов, международной научной конференции «Современные проблемы и тенденции развития внутренней и внешней торговли», 2008 год, г. Саратов, 6-ой Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий: теория и практика», 2007 год, Самара, ежегодных конференциях Саратовского

государственного социально-экономического университета в 2006 – 2008 годах, г. Саратов.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены предмет и объект исследования, сформулированы цель и поставлены задачи, решение которых необходимо для её достижения, раскрыта научная новизна и практическая значимость результатов.

В первой главе «Методология статистического анализа законов распределения доходностей ценных бумаг» рассмотрены статистические аспекты анализа фондового рынка и его инструментов, сформулирована проблема определения законов распределения доходностей ценных бумаг, применена методика оценки параметров устойчивых законов распределения, а также оценены параметры распределений доходностей акций, обращающихся на российском фондовом рынке, и биржевых индексов мировых торговых площадок.

Во второй главе «Статистические характеристики портфеля ценных бумаг в случае многомерных устойчивых распределений» рассмотрены основные этапы инвестиционного процесса, изложена методология определения весов финансовых активов в оптимальных инвестиционных портфелях в классическом и негауссовском случаях, проведен статистический анализ характеристик доходностей и риска вложений в сформированные портфели ценных бумаг.

В третьей главе «Эконометрическое моделирование риска оптимального портфеля ценных бумаг по данным российского фондового рынка» проведено эконометрическое моделирование риска оптимального портфеля ценных бумаг, проанализированы доходности активов с использованием моделей авторегрессионной условной гетероскедастичности, дана статистическая оценка показателей риска инвестиционных стратегий.

В заключении изложены основные научные результаты и выводы диссертационного исследования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Статистический анализ распределения доходностей инструментов российского фондового рынка

Наиболее популярными инструментами фондового рынка являются акции, облигации и финансовые деривативы. Эффективная работа на финансовом рынке требует использования современных экономико-математических и статистических моделей. Некоторые из них основаны на предположении о нормальном распределении доходностей акций.

Нами были выбраны наиболее ликвидные акции российского фондового рынка, так называемые «голубые фишки»: ПАО «ЕЭС России», ОАО НК «Лукойл», ОАО «Ростелеком», АК Сберегательный банк РФ, ОАО ГМК «Норильский Никель» и ОАО «Газпром». Кроме существенной корреляции с мировыми фондовыми площадками котировки данных акций подвержены влиянию отраслевых факторов, таких как рост или падение цен на сырьё, слияние нескольких крупных компаний, подписание соглашений.

В диссертационной работе для реализации целей исследования использовались часовые данные. Для каждого имеющегося ряда значений формировалась его «логарифмическая доходность» с использованием значений цен закрытия.

На рис. 1 приведена гистограмма эмпирического и теоретического распределений доходности акций ПАО «ЕЭС России». Анализ значений выборочных характеристик доходностей активов показал, что наиболее весомым аргументом в пользу отклонения гипотезы «нормальности» является слишком большое значение коэффициента эксцесса. Также полученные

ненулевые значения коэффициента асимметрии свидетельствуют о смещении распределений.

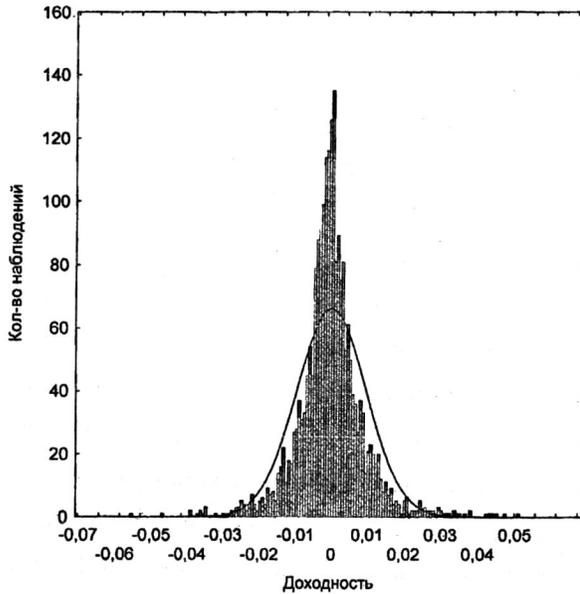


Рис. 1. Эмпирическое и теоретическое распределения доходности котировок акций РАО «ЕЭС России»

Проверка соответствия эмпирического распределения нормальному закону осуществлялась с помощью критерия χ^2 . В результате исследования сделан вывод о том, что гипотеза о нормальности распределения доходностей отвергается для всех исследуемых эмитентов в рассматриваемом периоде. Так, для часовых данных за 2003 год и числе интервалов группировки $k=12$ были получены следующие значения $\chi^2_{\text{набл.}}$: РАО "ЕЭС России" - 129,509; ОАО "Газпром" – 33,66; ГМК "Норильский Никель" – 142,68; ОАО НК "Лукойл" – 50,48; ОАО "Ростелеком" – 52,74; АК Сберегательный банк РФ – 85,92. Критическое значение $\chi^2_{k-1,1-\alpha}$ с уровнем значимости $\alpha=1\%$ оказывается равным 24,73. Во всех случаях $\chi^2 > \chi^2_{k-1,1-\alpha}$,

поэтому гипотеза H_0 в соответствии с критерием согласия К. Пирсона отвергается для всех эмитентов без исключения.

В работе доказано, что распределение доходностей ценных бумаг российского фондового рынка не соответствует нормальному закону. Таким образом необходимо избрать семейство распределений, позволяющих описывать наблюдаемые доходности, предложить методы формирования и исследования статистических свойств инвестиций в ценные бумаги, а также методы оценки риска вложений.

В диссертационном исследовании обоснован выбор класса устойчивых распределений для моделирования наблюдаемых доходностей российских ценных бумаг. На рис. 2 показана разработанная концептуальная схема проводимого статистического исследования.

2. Оценка параметров устойчивых законов доходностей акций

Устойчивые распределения могут использоваться в качестве модели для многих физических и экономических систем. Они позволяют описывать явления, в которых наблюдаемые значения являются суммой многих малых величин, в частности цены акций. Использование устойчивых законов позволяет адекватно описывать данные, характеризующиеся асимметрией и «тяжёлыми хвостами».

Для описания устойчивых распределений необходимы четыре параметра: индекс устойчивости или характеристическая экспонента $\alpha \in (0, 2]$; параметр скошенности $\beta \in [-1, 1]$; масштабный параметр $\sigma > 0$; параметр положения $\mu \in R$.

Особый интерес представляет параметр α , получивший также название «хвостовой индекс». Значения $\alpha = 2$, $\beta = 0$ соответствуют нормальному закону. Значения $0 \leq \alpha < 2$ описывают распределения с «тяжёлыми хвостами», характерными для доходностей ценных бумаг, обращающихся на российском фондовом рынке.

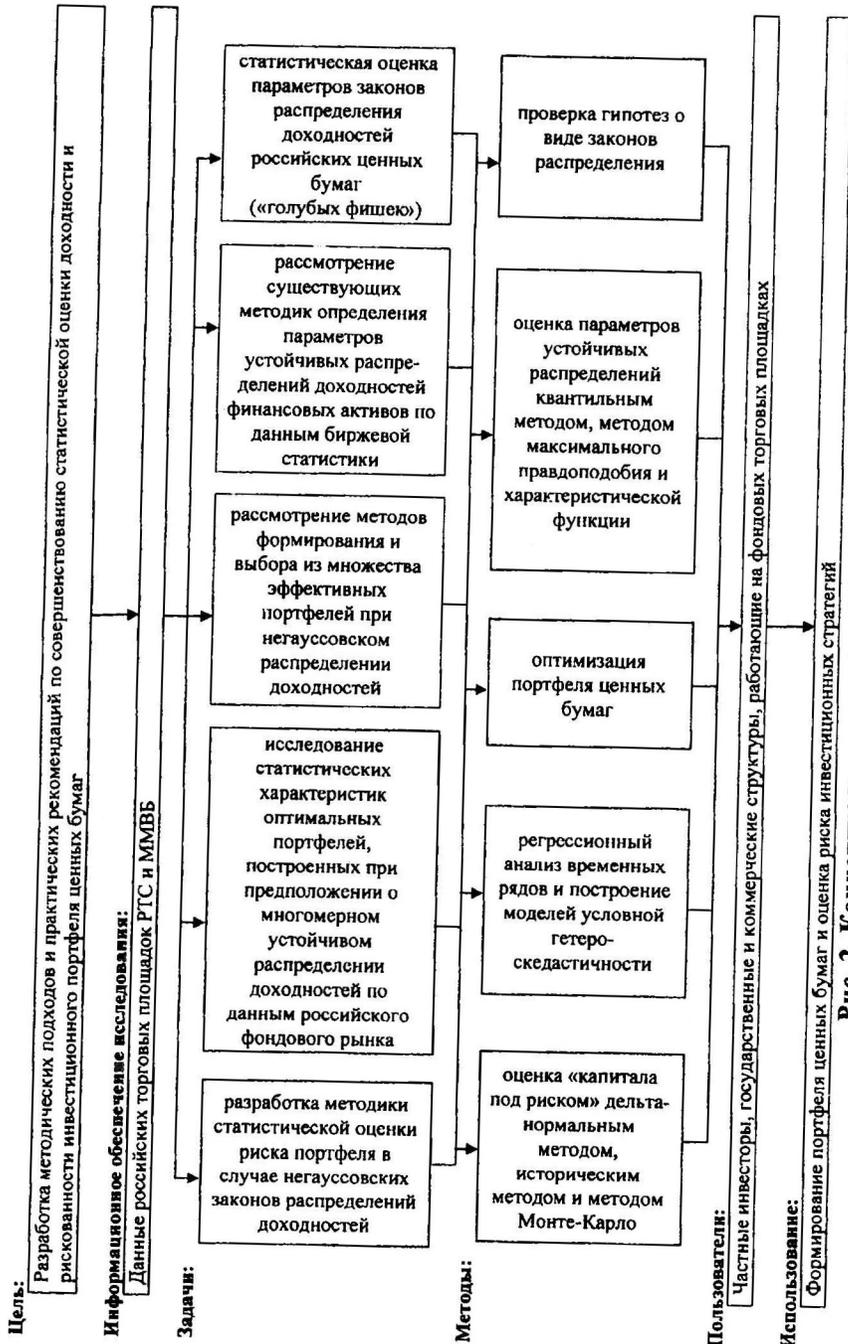


Рис. 2. Концептуальная схема статистического исследования

Особый интерес представляет параметр α , получивший также название «хвостовой индекс». Значения $\alpha = 2$, $\beta = 0$ соответствуют нормальному закону. Значения $0 \leq \alpha < 2$ описывают распределения с «тяжёлыми хвостами», характерными для доходностей ценных бумаг, обращающихся на российском фондовом рынке.

В диссертационной работе использованы три метода оценки параметров устойчивых распределений: квантильный подход, как наиболее простой с точки зрения реализации, метод максимального правдоподобия и метод оценки характеристической функции, как наиболее точные. Квантильный метод позволяет дать состоятельные оценки для всех четырёх параметров при условии $\alpha \geq 0,6$, сохраняя в тоже время вычислительную простоту метода:

$$v_{\alpha} = \frac{x_{0.95} - x_{0.05}}{x_{0.75} - x_{0.25}}$$

и

$$v_{\beta} = \frac{x_{0.95} + x_{0.05} - 2x_{0.50}}{x_{0.95} - x_{0.05}}.$$

Величины v_{α} и v_{β} зависят только от α и β и не зависят от σ и μ . Эти выражения могут быть преобразованы так, что параметры α и β будут выражаться через v_{α} и v_{β} . Заменяя v_{α} и v_{β} на значения, полученные по выборкам и проводя линейную интерполяцию между табличными значениями, вычисляются оценки $\hat{\alpha}$ и $\hat{\beta}$. Масштабный параметр σ и локальный параметр μ могут быть найдены аналогичным способом.

Вычисление «хвостового индекса» α осуществлялось с использованием свободно распространяемого программного продукта STABLE. Полученные результаты представлены в таблице 1.

**Хвостовой индекс α по данным
российского фондового рынка за 2007-2008 гг.**

Эмитент	Квантильный метод	Метод максимального правдоподобия	Характеристическая функция
РАО «ЕЭС России»	1,4059	1,5136	1,6303
ОАО «Газпром»	1,4738	1,5977	1,7013
ОАО ГМК «Норильский Никель»	1,4096	1,5251	1,6545
ОАО НК «Лукойл»	1,4378	1,5435	1,6697
ОАО «Ростелеком»	1,3818	1,474	1,5716
АК Сберегательный банк РФ	1,3447	1,3898	1,5282

Для всех исследуемых финансовых рядов было получено значение «индекса устойчивости» α меньше 2, что подтверждает наличие проблемы «тяжёлых хвостов» в распределениях доходностей активов.

**3. Построение и прогнозирование волатильности с
использованием обобщённой модели авторегрессионной
условной гетероскедастичности**

Одной из моделей, объясняющих наличие «тяжёлых хвостов» в распределениях доходностей финансовых активов, является обобщённая модель авторегрессионной условной гетероскедастичности. Как показывает опыт моделирования финансовых рядов, GARCH-модели порождают ряды доходностей с «тяжёлыми хвостами». Преимуществом подобного рода моделей является возможность краткосрочного прогнозирования волатильности выбранного финансового актива.

В диссертации были оценены параметры GARCH-процесса для выбранных акций российского фондового рынка. Проверка на стационарность временных рядов по дневным данным осуществлялась с помощью расширенного теста Дики-Фулера, в результате чего для

дальнейшего построения модели использовались первые разности логарифмов цен.

Результаты построения GARCH(1,1)-модели для котировок акций ПАО «ЕЭС России» с использованием 3-х лагированных переменных в качестве независимых экзогенных переменных выглядит следующим образом:

$$y_t = 0,0016 - 0,02786y_{t-1} - 0,0229y_{t-2} + 0,0383y_{t-3},$$

$$\sigma_t^2 = 0,000017 + 0,1202\varepsilon_{t-1}^2 + 0,8552\sigma_{t-1}^2.$$

Анализ рядов данных других эмитентов и оценка параметров обобщённой модели с авторегрессионной условной гетероскедастичностью позволяет сформулировать вывод о возможности объяснения проблемы тяжёлых хвостов непостоянством волатильности в форме GARCH.

4. Формирование портфеля ценных бумаг в негауссовском случае

В работе исследована проблема формирования оптимального портфеля с заданными свойствами в случае многомерного нормального закона и многомерных устойчивых распределений. Приведены формулы определения весов активов в инвестиционном портфеле. Состав портфеля ценных бумаг с наименьшей дисперсией, обеспечивающий доходность m , определяется выражением:

$$x = Q^{-1}(\mu - z_0 e) \frac{m - z_0}{(\mu - ez_0)' Q^{-1}(\mu - ez_0)},$$

где μ - вектор средних значений активов;

z_0 - доходность безрискового актива;

Q - дисперсионная матрица;

e - вектор, все компоненты которого равны 1.

Рассчитанная структура портфелей для случаев многомерного нормального и устойчивого законов распределения представлена на рис. 3.

Левая диаграмма соответствует классической портфельной теории, правая - негауссовской портфельной модели с использованием метода максимального правдоподобия для оценки параметров устойчивых распределений. Допускалась возможность короткой продажи.

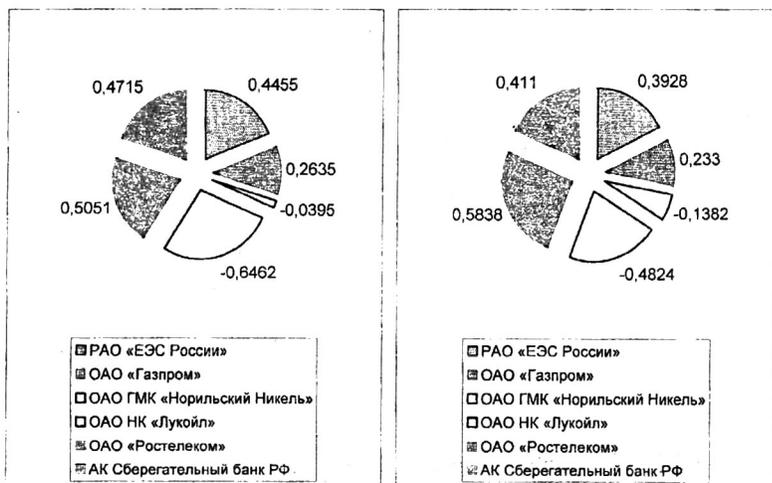


Рис. 3. Оптимальные веса инвестиционных портфелей для классического (слева) и негауссовского (справа) случаев за 2006 год

Статистическое исследование характеристик сформированных портфелей проводилось по историческим данным. Реализованная доходность портфеля, сформированного по данным биржевой статистики за предыдущий год, вычислялась по фактическим данным следующего года. Это позволяет сравнить показатели эффективности инвестиций на основе ежегодных приращений вкладываемого в акции начального капитала. В таблице 2 показаны величины дохода в процентах от вложенных средств в зависимости от метода формирования портфеля и способа оценки величины «хвостового индекса».

По результатам исследования сделан вывод о том, что классическая портфельная теория на протяжении 2004 и 2005 гг. давала наименьшую

доходность, однако в последующие годы ситуация поменялась. Заметим, что показатель доходности не может использоваться в отрыве от портфельного риска инвестиций.

Таблица 2

Доход потенциального инвестора, использующего разные способы оптимизации портфеля ценных бумаг, %

Инвестиционный портфель	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Классическая теория	15,20	274,63	28,16	43,56
Квантильный метод	16,73	288,15	16,36	37,28
Метод максимального правдоподобия	16,34	285,83	18,42	37,62
Характеристическая функция	16,00	283,62	20,31	37,94

5. Методика статистической оценки риска вложений в ценные бумаги

В работе рассмотрены различные показатели финансового риска. Показатель среднего квадратического отклонения доходности не может использоваться в случае негауссовских распределений. Предпочтительным является использование «капитала под риском» - VaR, то есть величины, которую не превысят ожидаемые в течение заданного периода времени потери с заданной вероятностью. Вычисление величины VaR осуществлялось для исходных активов и сформированных портфелей дельта-нормальным методом, историческим методом и методом Монте-Карло. Дельта-нормальный метод основан на применении нормального закона и даёт погрешности в случае устойчивых распределений. К преимуществам исторического метода следует отнести генерацию возможных сценариев изменения цен акций по данным прошлых периодов. Условием успешности применения исторического метода является адекватный выбор ретроспективных данных. Метод Монте-Карло

основан на генерации сценариев по заданной модели формирования доходностей активов.

Результаты вычисления показателя «капитала под риском» историческим методом для сформированных портфелей представлены в таблице 3. Построение портфеля по классической теории оказывается более рискованным при оценке с уровнем доверия 95 и 99%. В большинстве случаев меньшему коэффициенту α соответствует большее значение величины VaR. Это подтверждает факт увеличения рискованности портфеля при наличии более «тяжёлых хвостов» в распределениях доходностей.

Таблица 3

Оценка показателя «капитала под риском» историческим методом для различных портфелей в 2006 г., %

Уровень доверия θ	Инвестиционный портфель			
	Классическая теория	Квантильный метод	Метод максимального правдоподобия	Характеристическая функция
95	-4,6422	-4,3259	-4,3387	-4,3531
99	-8,4803	-8,264	-8,2863	-8,3064
	Верификация показателя «капитала под риском» по данным 2003-2007 г.			
95	7,1	6,9	7,0	6,7
99	2,4	2,0	2,0	2,1

Для верификации показателя VaR использовались данные следующих периодов. Представленные в таблице 3 результаты демонстрируют, что убытки, превышающие пятипроцентный VaR, наблюдались в 7% случаев. Таким образом, исторический метод дал заниженную оценку величины капитала под риском. Частично это объясняется изменением характера поведения фондового рынка в исследуемом периоде. В случае устойчивых распределений предпочтительным является вычисление VaR методом Монте-Карло.

Разработанные автором предложения и рекомендации могут быть использованы широким кругом инвесторов для улучшения статистических характеристик риска и доходности капиталовложений.

Основные выводы по работе

1. Проведённый статистический анализ эмпирических законов распределения доходностей российских акций доказывает неправомочность использования нормального приближения. Моделирование ценовых рядов с помощью устойчивых законов позволяет адекватно отразить «тяжёлые хвосты», асимметрию и вытянутость распределений.

2. В результате проведённого исследования получены параметры устойчивых распределений доходностей «голубых фишек» по данным за несколько временных периодов на различных временных масштабах. Оценка проводилась несколькими способами. Анализ результатов позволил подтвердить, что проблема наличия «тяжёлых хвостов» актуальна для фондового рынка РФ.

3. Структура портфелей с наименьшей дисперсией зависит от предположения о нормальности либо устойчивости доходностей. Предложенная в работе методика использована для статистического анализа характеристик портфелей, учитывающих проблему «тяжёлых хвостов».

4. Обоснованы преимущества использования показателя «капитала под риском» в случае устойчивых распределений доходностей активов. Верификация по ретроспективным данным показала, что в большинстве случаев меньшему коэффициенту α соответствует большее значение величины VaR. Это подтверждает факт увеличения рискованности портфеля при наличии более «тяжёлых хвостов» в распределениях доходностей.

5. В ходе исследования доказана актуальность проблемы «тяжёлых хвостов» для российского фондового рынка. Использование устойчивых законов распределения может улучшить показатели доходности и риска портфельных инвестиций. Такой подход будет актуален для агрессивных

инвесторов. Классический способ диверсификации зачастую даёт более консервативный уровень риска, в то же время доходность таких портфелей несколько ниже.

Список публикаций

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Яковенко Р.О. Устойчивое оценивание параметров оптимального портфеля ценных бумаг, обращающихся на Российском фондовом рынке [текст] / Р.О. Яковенко // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета, 2008. - №4 (23). – С. 118-122. – 0,5 печ. л.

Публикации в других изданиях

2. Яковенко Р.О. Определение параметров законов распределения доходности ценных бумаг, обращающихся на российском фондовом рынке [Текст] / Р.О. Яковенко // Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности: Альманах. - Саратов: Саратовский государственный социально-экономический университет, 2006. – С. 56 – 58. – 0,5 печ. л.

3. Яковенко Р.О. Определение параметров устойчивых законов распределения доходности ценных бумаг [текст] / Балаш В.А., Р.О. Яковенко // Математико-статистический анализ социально-экономических процессов: Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 4. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – Москва, 2007. – С. 34 – 36. – 0,2 печ. л.

4. Яковенко Р.О. Статистические модели в задачах оптимизации ценных бумаг [текст] / Р.О. Яковенко // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-21: сб. трудов XXI Международ. науч. конф.: в 10 т. Т. 8 Секция 8. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 15 – 17. – 0,2 печ. л.

5. Яковенко Р.О. Оценка параметров устойчивых законов распределения в моделях ценообразования на Российском рынке ценных бумаг

[текст] / Р.О. Яковенко // Современные проблемы и тенденции развития внутренней и внешней торговли: Сб. науч. статей. – Саратов: Саратов. институт РГТЭУ, 2008. – Т. 2. – С. 376 – 385. – 0,55 печ. л.

Формат 60x84/16. Бум. писч. бел.
Печать офсетная. Гарнитура "Times".
Объем 1 печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 375
410003, Саратов, ул. Радищева, 89.
Отпечатано в издательском центре СГСЭУ.

10c