



4854144

ГОРДЕЙЧУК ЕГОР НИКОЛАЕВИЧ

**Оптимизация портфеля опционных контрактов на основе
выявленных предпочтений инвесторов**

Специальность 08.00.10 –
Финансы, денежное обращение и кредит
(экономические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

17 ФЕВ 2011

Москва – 2010

Работа выполнена на кафедре фондового рынка и рынка инвестиций факультета экономик Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Государственный университет – Высшая школа экономики»,

г. Москва

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент
Курочкин Сергей Владимирович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Морыженков Владимир Алексеевич

кандидат экономических наук
Глухов Михаил Юрьевич

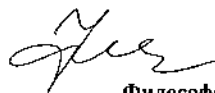
Ведущая организация: **Российская Экономическая Академия им. Г.В. Плеханова**

Защита состоится **«17»** февраля 2011 г. в **14⁰⁰** часов на заседании диссертационного совета Д 212.048.07 Государственного университета - Высшей школы экономики по адресу: 10100 г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, ауд. 327к.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного университета - Высшей школы экономики

Автореферат разослан **«12»** января 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор экономических наук,
профессор



Философова Т.Г.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Проблема изучения и объяснения динамики рыночных котировок финансовых активов волнует ученых с момента возникновения фондового рынка. Экономисты пытаются определить, какие факторы влияют на изменение котировок ценных бумаг, насколько адекватно рынок оценивает реальную стоимость финансовых активов, почему происходят резкие изменения рыночных цен, и каким образом необходимо от них защищаться.

Разразившийся в 2008-2009 году финансовый кризис в очередной раз поднял вопрос о правильности использования методов фундаментального анализа для изучения динамики фондового рынка. Оказалось, что финансовые модели, использовавшиеся в тот период для оценки капитализации, в значительной степени завышали фактическую стоимость компаний. В результате, инвесторы, использовавшие их для построения своих инвестиционных стратегий, терпели значительные убытки, поскольку динамика котировок на фондовом рынке в основном определялась настроениями инвесторов: их страхами и ожиданиями.

Наиболее распространенными методами эмпирического выявления настроений инвесторов являются коэффициент Put/Call и индекс волатильности. По своей структуре эти индикаторы показывают лишь общее направление ожиданий, но не позволяют оценить, как инвесторы относятся к реализации различных возможных котировок изучаемых активов. В последние годы учеными стали разрабатываться подходы к исследованию настроений инвесторов на основе цен опционных контрактов. В частности предлагается использовать эмпирически построенную функцию абсолютного неприятия риска (RAa), позволяющую оценить отношение инвесторов к различным потенциальным котировкам базового актива. Однако до сих пор отсутствует единая методика, которая на основе данного инструмента позволяла бы проводить теоретический анализ рыночной ситуации и осуществлять оптимизацию инвестиционных портфелей.

Введение методов оценки настроений инвесторов в практику анализа отечественного фондового рынка до настоящего времени сдерживалось. С одной стороны это обуславливалось относительной молодостью российского срочного рынка, а с другой – отсутствием законченных научных разработок посвященных

этой тематике. Поскольку рыночные настроения инвесторов во многом определяют будущую динамику рыночных котировок, потребность в инструменте, позволяющих их выявлять, очень велика

Динамическое развитие мирового срочного рынка привело к появлению опционных контрактов, – инструментов, которые позволяют инвесторам создавать разнообразные профили выплат. С их помощью, если известны вероятности возникновения различных котировок базового актива, можно осуществлять процесс оптимизации инвестиций путем максимизации ожидаемой прибыли на основе подбора оптимальных долей опционов с различными страйками.

В связи с вышесказанным, исследования, направленные на разработку методов анализа рыночных настроений с их последующим применением для биржевой торговли, являются весьма актуальными.

Степень разработанности проблемы. Представленная работа находится на границе двух смежных научных направлений: анализа субъективных факторов, влияющих на деятельность рыночных инвесторов и оптимизации инвестиционных портфелей. Первое направление восходит к работам Дж.М.Кейнса, который в 30-е гг. XX века выдвинул гипотезу о том, что люди, принимая решения в условиях неопределенности, предпочитают опираться на суждения остального мира, который, по их мнению, обладает большим объемом информации. Подобное поведение приводит к возникновению на рынке доминирующих настроений инвесторов, оказывающих значительное влияние на формирование рыночных котировок.

Эти идеи были использованы для разработки инструментов выявления настроений инвесторов, наиболее распространенными из которых являются индикатор Put/Call, предложенный Мартином Цвейгом (1980), индекс волатильности, разработанный Чикагской биржей опционных контрактов, и мнения аналитиков. В работах (Пан, Потшман (2003), Тсужи (2009), Бредшоу (2002, 2004), Марков, Тамайо (2003), Рамнат, Рок, Шейн (2008)) проводились изучения эффективности использования данных инструментов для анализа и прогнозирования котировок финансовых активов, которые выявили определенные ограничения их применения.

В качестве альтернативы учеными (Дриз (1970), Росс (1976), Бриден, Литценбергер (1978), Леланд (1980)) был разработан подход к выявлению рыночных настроений на основе цен опционных контрактов с различными страйками, позволяющий более полно учесть информацию, заложенную в биржевых торгах. Существуют несколько методик реализации данной идеи на практике (Аит-Сахалиа, Ло (1998, 2000), Джекверт (1999, 2000), Шимко (1993), Чанг, Табак (2002), Тарашев, Тсатсаронис, Карампатос (2003)). Большинство из них основывается на оценке функции абсолютного неприятия риска (RAa), но до сих пор отсутствует единая методика ее оценки и применения полученных результатов для торговли на фондовом рынке. Только Джекверт (1999) затрагивал вопрос выявления на основе функции RAa арбитражных возможностей и их использования для инвестирования. В то же время существуют теоретические разработки (Хуанг, Литценбергер (1988)), описывающие взаимосвязь между значениями RAa и спросом на рискованные активы, позволяющие создать методику оптимизации инвестиций на основе эмпирически выявленной функций RAa.

Второе научное направление, на котором основывается представленное исследование, касается оптимизации инвестиционных портфелей. Выбор методов оценки инвестиционной эффективности рассматривается в статьях Йенсен (1968), Леланд (1997-1999), Шарп (1994), Сортино, Прайс (1994), Штуцер (2000), Трейнор (1966), Модильяни, Модильяни (1997). В работах Галиц (1998), Халл (2003), Натенберг (1994), Буренин (2002) дается подробное описание базовых стратегий опционного инвестирования, позволяющих создавать разнообразные профили прибыли инвесторов.

Вопросы оптимизации портфеля опционных контрактов путем подбора долей опционов на основе заданных линейных ограничений, их математическая запись и применение на практике затрагивались в работах Курочкин, Пичугин (2005), Недосекин (2005). Однако в них авторы указали лишь общие методы использования ограничений при наличии четко определенных ожиданий инвестора относительно будущей динамики котировок. В настоящей работе разрабатывается методика оптимизации опционного портфеля на основе линейных ограничений, описываемых сигналами эмпирически построенной функции RAa.

Объект исследования – взаимосвязь между рыночными ценами биржевых опционных контрактов и котировками их базовых активов. **Предмет исследования** – отраженные в рыночных опционных ценах, предпочтения инвесторов относительно будущих котировок базовых активов.

Цель диссертационного исследования – создание методики выявления структуры предпочтений инвесторов, заключенных в биржевых опционных ценах на различных страйках, позволяющей прогнозировать динамику фондового рынка и оптимизировать портфели опционных контрактов. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

- создание механизма эмпирической оценки индикатора, подробно описывающего настроения инвесторов, через их предпочтения;
- разработка методики анализа функции абсолютного неприятия риска (RAa), полученной эмпирическим способом;
- создание теоретического подхода к инвестированию на основе торговых сигналов разработанного индикатора;
- создание алгоритма оптимизации опционного портфеля на основе торговых сигналов функции RAa для создания профиля выплат, соответствующего ожидаемой динамике рынка, и максимизации прибыли от инвестиций при наиболее вероятных исходах;
- проверка прогнозной силы разработанной методики путем анализа динамики котировок на российском фондовом рынке;
- проверка инвестиционной эффективности разработанной методики через построение на ее основе оптимизационных инвестиционных портфелей на отечественном финансовом рынке;
- сравнение эффективности предложенного инструмента с наиболее распространенными методами эмпирического выявления рыночных настроений.

Информационной базой данных для исследования служили ежедневные биржевые котировки акций, торгуемых на бирже РТС, ежедневные значения индекса РТС, и ежедневные биржевые котировки соответствующих опционов.

В качестве **методологической основы** для исследования выступали подходы статистического и регрессионного анализа, методы линейной

оптимизации, использовалось программирование в приложениях Microsoft Access и Microsoft Excel.

В рамках исследования была использована обширная теоретическая база, посвященная методам эмпирической оценки настроений рыночных инвесторов. Изучались работы ведущих мировых ученых посвященных проблемам опционного инвестирования и оценке эффективности опционных стратегий. Рассматривались аспекты оценки опционной волатильности и информационной ценности этих оценок. Использовались классические экономические труды, посвященные функционированию фондового рынка.

Особое влияние на проведение представленного исследования оказали работы: Блек, Шоулз (1973), Бриден, Литценбергер (1978), Джекворт (2000), Леланд (1980), Уэйли (2002), Курочкин С.В., Пичугин И.В (2005), Дж. М. Кейнс (1999), Шоломицкий (2005), Талеб (2009).

Гипотеза исследования состоит в том, что динамика котировок финансовых активов определяется ожиданиями и поведенческими характеристиками экономических агентов, проявляющихся в процессе формирования цен на биржевые опционы. В основу методического обеспечения анализа субъективного фактора, влияющего на деятельность рыночных инвесторов, может быть положено изучение показателя абсолютного неприятия риска, который рассчитывается на основе цен биржевых опционов с различными страйками. Данный индикатор может позволить более полно отразить отношения предпочтений инвесторов к различным значениям будущей котировки изучаемого актива. Их анализ поможет определить будущую динамику рыночных котировок, и создать оптимизационные стратегии инвестирования.

Научная новизна исследования заключается в том, что была разработана новая методика выявления и анализа субъективного фактора деятельности инвесторов, позволяющая определять доминирующие на рынке предпочтения относительно реализации различных котировок базовых активов, и на их основе оптимизировать портфели опционных контрактов. К наиболее важным результатам, характеризующим научную новизну исследования, относятся следующие:

1) усовершенствован и сделан более объективным подход к эмпирическому выявлению предпочтений инвесторов на основе функции абсолютного неприятия риска (RAa) путем использования для ее вычисления внутренней безрисковой ставки процента, заложенной во фьючерсных ценах, и отказа от заранее заданной формы кривой опционной волатильности в пользу ее построения на основе многочленов;

2) создана методика анализа эмпирически построенной функции RAa, позволяющая на основе теоретических результатов о ее связи со спросом на рисковый актив (Хуанг, Литценбергер (1998)) выявлять наиболее вероятные будущие котировки, а также интервалы потенциальных доходностей, на которых инвесторы будут играть на повышение или понижение рынка;

3) разработан метод построения опционных портфелей, позволяющий на базе системы линейных ограничений, зависящих от предпочтений инвесторов (функции RAa), создавать профили будущих выплат, соответствующие ожидаемой динамике рынка, и максимизировать прибыль от инвестиций при наиболее вероятных исходах;

4) установлено, что соотношение центральных моментов риск-нейтрального и действительного распределений влияют на форму графика функции RAa, определяя общий уровень восприятия инвесторами риска реализации различных котировок, направление возрастания/убывания предпочтений инвесторов и нарушение их монотонности;

5) выявлена устойчивая прямая зависимость между предпочтениями инвесторов, описываемых функцией RAa, и будущей рыночной динамикой котировок на российском фондовом рынке;

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Представленная в настоящей работе методика предлагает новый инструмент анализа функционирования фондового рынка – функцию RAa, которая позволяет более полно оценить влияние субъективного фактора человеческого поведения на динамику рыночных котировок за счет оценки отношений инвесторов к широкому спектру потенциальных значений доходности изучаемых активов.

Предложенный индикатор может выступать аналитическим инструментом для регуляторов деятельности фондового рынка, выявляя рыночные настроения инвесторов, и повышая прозрачность и предсказуемость динамики рыночных котировок. Путем определения периодов возникновения панических настроений на рынке, индикатор будет сигнализировать о необходимости принятия предупредительных мер для поддержания устойчивости рыночных торгов.

Разработанный инструментарий может использоваться частными инвесторами для создания на основе доминирующих настроений на рынке эффективных инвестиционных портфелей, которые будут защищать капитал в случае значительных колебаний котировок.

Представленный комплекс теоретических и практических методов может быть внедрен в деятельность инвестиционных компаний для создания новых продуктов на финансовых рынках, удовлетворяющих различным запросам инвесторов. Выявляя рыночные настроения, инвестиционные компании смогут определять целевые доходности, на которые предъявляется повышенный спрос, и предлагать инвесторам инструменты с соответствующими параметрами.

Разработанная методика и полученные результаты могут быть использованы в последующих научных исследованиях, посвященных изучению функционирования финансовых рынков. Дальнейшее усовершенствование предложенного индикатора и изучение его эффективности на широком классе финансовых активов позволит лучше понять мотивы, которыми руководствуются инвесторы на фондовом рынке, определить причины значительных колебаний рыночных котировок, не обусловленных фундаментальными факторами, а также разработать меры, защищающие фондовый рынок от кризисных явлений.

Практическая апробация. Основные положения и результаты проведенного исследования были представлены в докладах: «Построение инвестиционных стратегий на основе функций неприятия риска на российском фондовом рынке» 7-я межвузовская научная конференция «Современное состояние, инструменты и тенденции развития фондового рынка» (ММВБ, 23 апреля 2010 г., г. Москва, Россия); «Оценка риск-предпочтений инвесторов на основе опционных цен» 6-я межвузовская научная конференция «Современное

состояние, инструменты и тенденции развития фондового рынка» (МГИМО, 12 апреля 2009 г., г. Москва, Россия).; «The BuyWrite strategy and its application on the Russian financial market» международная конференция «Russia in financial globalization» (АТиСО, апрель 2008 г., г. Москва, Россия).

Результаты представленной диссертации легли в основу курса по дисциплине «Производные финансовые инструменты и реальные опционы», изучаемого на 1 курсе магистратуры экономического факультета ГУ-ВШЭ

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов и списка литературы из 87 источников. Объем диссертации составляет 148 страниц, включая 17 таблиц и 40 рисунков.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение раскрывает актуальность выбранной темы, определяет цель и задачи исследования, описывает научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы в условиях современного российского фондового рынка.

В **первой главе** диссертационного исследования на примере простейших стратегий инвестирования доказывается, что добавление опционных позиций в инвестиционный портфель приводит к изменению распределения возможных доходностей. Это свойство опционов с одной стороны позволяет инвестору на их основе создавать сложные профили будущей прибыли, а с другой затрудняет процесс отбора и оценки эффективности инвестиционных стратегий, поскольку большинство существующих показателей эффективности инвестирования могут быть использованы только для нормально распределенных доходностей.

Уэйли (2002), Фельдман, Рой (2004), Кападиа, Сзадо (2007) показали, что использование опционных контрактов позволяет повышать эффективность инвестирования. В качестве объяснения учеными были выдвинуты гипотезы о завышенных оценках опционной волатильности, вызванных особенностями поведения рыночных инвесторов. Полученный результат свидетельствует о том, что исходя из значений опционной волатильности, можно оценить настроения инвесторов – субъективный фактор, влияющий на принятие рыночными игроками инвестиционных решений. Если эти настроения имеют хорошую

предсказательную силу, то при построении инвестиционного портфеля их можно использовать как индикатор будущего состояния рынка.

В период глобального финансового кризиса динамика котировок на фондовых рынках оказалась в сильной зависимости от страхов и опасений инвесторов. Объяснение этому было найдено в классических работах Дж.М.Кейнса, где ученый вывел 3 психологических правила, которыми руководствуются экономические агенты при принятии решений. С другой стороны в трудах В.Ганна, Р.Элиота и Ч.Доу отмечалось, что общая динамика котировок содержит определенные закономерности, что нашло свое отражение в теории технического анализа. Следовательно, для более полного описания динамики рыночных котировок необходимо использовать инструмент, совмещающий принципы технического анализа и выявленные настроения инвесторов.

Изучение трех наиболее распространенных методов оценки настроений инвесторов: индекса Put/Call, индекса волатильности и мнений аналитиков, выявило, что эти методы имеют ряд недостатков. Они являются либо излишне субъективными (аналитические отчеты), либо используют только базовую информацию о ходе торгов (индикатор P/E), либо являются сложными для построения частным инвестором (индекс волатильности). Рассмотренные показатели не позволяют выявить всю структуру настроений рыночных игроков, а именно как они относятся к любой возможной будущей котировке изучаемого актива, что приводит к необходимости создания альтернативного индикатора.

В настоящее время активно разрабатываются методы оценки настроений инвесторов на основе выявления риск-нейтрального распределения (RND) из цен опционных контрактов. Плотность данного распределения представляет собой совокупность цен, которые инвесторы готовы заплатить за виртуальные активы (state-contingent claims), гарантирующие получение выплаты размером 1 у.е. при реализации одного единственного состояния природы, и 0 в других случаях. Если инвесторы считают, что будущая динамика котировок описывается действительным историческим распределением доходности (DD), то по построению форма RND будет ему соответствовать. На практике инвесторы в силу психологических факторов могут рассматривать определенные исходы более

предпочтительными для инвестирования, что приводит к отклонениям RND от DD. Сопоставив их, оказывается возможным выявить преобладающие на рынке предпочтения инвесторов. Под предпочтениями подразумевается критерий, в соответствии с которым инвесторы выбирают, какую из потенциальных будущих доходностей базового актива стоит приобретать. Этот выбор зависит от ожиданий будущей рыночной динамики и от склонности инвесторов к риску. Оценив их для любой потенциальной доходности базового актива, оказывается возможным:

- 1) определить на какие доходности в настоящее время предъявляется повышенный спрос;
- 2) оценить ожидаемую динамику рыночных котировок;
- 3) выявить ошибки в оценке опционов.

Для анализа предпочтений инвесторов большинство современных научных работ предлагают оценивать функцию абсолютного неприятия риска (RAa). В рамках представленного исследования предлагается использовать анализ ее структуры и динамики для определения направлений, в которых инвесторы будут двигать рыночные котировки. Практическое применение предлагаемой методики основывается на моделировании профиля прибыли инвестора путем оптимизации опционного портфеля.

Добавление опционных позиций в портфель приводит к изменению параметров распределения его доходностей, что приводит к необходимости использования альтернативных показателей для оценки его эффективности. Бакман, Шольц (2003), Бенсон, Грей, Калотай, Кью (2008), Легтио, Симен (2004) показали, что *коэффициент Сортино*, *коэффициент Штуцера* и *альфа Леланда* позволяют более полно учесть риски инвестиций, что делает их наиболее подходящими для представленного исследования.

Во **второй главе** автор представляет разработанную им методику выявления предпочтений рыночных инвесторов, и ее использование для построения инвестиционных стратегий. Основой для принятия решений служат предпочтения рыночных игроков, которые полагаются основными действующими силами, определяющими динамику котировок.

Зачастую ликвидность опционных торгов на развивающихся рынках оказывается низкой. Чтобы единичные сделки не оказывали влияние на результаты анализа, необходимо очищать используемые данные. Для этого отбрасывались котировки, сформировавшиеся в результате менее 4-х сделок в течение дня, и использовались опционы с соотношением [цена базового актива/цена исполнения] между 0,7 и 1,3, поскольку обычно основная масса сделок сосредоточена на опционах со страйками, близкими к текущей цене базового актива. Предполагалось, что срок инвестирования составляет 1 месяц. Поэтому ежемесячно на даты, соответствовавшие 30, 60 и 90 дням до срока исполнения ближайшего опциона, проводился срез опционных цен и соответствующих котировок базового актива. Чтобы избежать появления экстремальных значений, нарушающих общую динамику торгов, котировки усреднялись по 5-ти дням, предшествующим дате анализа.

Для эмпирической оценки риск-предпочтений использовалась методика, основанная на моделях Бриден, Литценбергер (1978), Леланд (1980), Джекверт (1999, 2000). В функциональном и числовом выражении риск-предпочтения инвесторов представляют собой величину, на которую действительное историческое распределение (DD) доходностей базового актива отличается от распределения, заложенного в его рыночную цену (RND). Оценка DD производилась на основе динамики доходности базового актива, рассчитанной на периодах равных сроку, в течение которого инвестор собирался удерживать опционную позицию. Для оценки RND использовался результат Бриден, Литценбергер (1978). В соответствии с ним, функция плотности RND является второй производной цены опциона Колл по уровню страйка, увеличенной на безрисковую ставку процента.

Для анализа рыночной ситуации и построения инвестиционного портфеля нужно знать риск-предпочтения на всем уровне потенциальных доходностей, в то время как опционы торгуются на фиксированных страйках. Поэтому, возникает необходимость оценивать виртуальные внебиржевые опционы для любых возможных цен исполнения, находящихся в промежутках страйков реально

торгующихся опционов. В результате методика оценки функции RAa поэтапно принимает следующий вид:

1. Оценка безрисковой ставки процента на основе фьючерсных цен.

Безрисковая ставка процента явным образом входит во все формулы оценки стоимости опционных контрактов. Однако экономическая теория не дает четкого определения, какой инструмент должен выступать в качестве безрискового актива. Поэтому автором был разработан альтернативный подход. Предполагается, что физически безрисковый актив отсутствует, но существует виртуальный безрисковый актив, в который верят инвесторы, гарантирующий виртуальный минимальный уровень доходности. Чтобы его оценить, необходимо выявить, какую безрисковую ставку закладывает репрезентативный инвестор в оценку финансовых активов. Вычисления этой ставки проводились на основе фьючерсных цен, исходя из классической формулы $F = Se^{rt}$ (1), где F – теоретическая стоимость фьючерса, S – текущая цена базового актива, r – безрисковая ставка процента, t – срок до даты исполнения фьючерса.

2. Оценка опционной волатильности по всем страйкам для Пут и Колл опционов по модели Блэк-Шоулз.

3. Усреднение опционной волатильности по опционам Пут и Колл на одном страйке.

4. Подбор методом наименьших квадратов функции, описывающей зависимость опционной волатильности от страйка.

На основе полученных величин методом регрессионного анализа оцениваются функции многочленов 1-4 степени, описывающие структуру опционной волатильности. Из них по наибольшему значению статистического параметра R^2 выбирается наилучшая функция. В исследовании не ставится задача получения наиболее красивой функции опционной волатильности. Наоборот, наибольшую ценность предоставляют ее аномальные значения, поскольку они будут сигнализировать о возможности арбитража на рынке.

5. Интерполирование опционных волатильностей на все возможные страйки, соответствующие доходностям [-30%;30%] на основе полученной функции

6. Оценка теоретической стоимости виртуальных внебиржевых опционов Колл по модели Блек-Шоулз

7. Оценка плотности RND по методу Бриден, Литценбергер (1978)

$$f_{RND} = \frac{\partial^2 C(X)}{\partial X^2} * e^{-rT} \quad (2),$$

где С – цена опциона колл, Х – величина страйка, г – безрисковая ставка процента, Т – срок до исполнения опциона

8. Оценка плотности действительного распределения доходностей на основе исторической динамики доходности базового актива

9. Оценка функции RAa по методу Джекверт (2000).

$$RA_a = \frac{Q'(S)}{Q(S)} - \frac{P'(S)}{P(S)} \quad (3),$$

где S – будущая доходность, Q – действительное историческое распределение (DD), P – риск-нейтральное распределение (RND).

По построению значения функции RAa представляют собой разницу между функциями DD и RND. Любое отличие в их параметрах, явным образом описывающих ожидания инвесторов, отражается на форме кривой RAa. Соотношение математических ожиданий отвечает за общий уровень значений функции RAa, соотношение дисперсий – за ее угол наклона, а соотношение коэффициентов асимметрии – за появление седловых точек. Чем больше ненулевых центральных моментов имеют функции DD и RND, тем лучше будут описаны настроения инвесторов.

Функция RAa имеет ряд практических свойств, в частности, если она является возрастающей, то спрос на рисковый актив убывает по мере роста дохода (Хуанг, Литценбергер (1988)). Это позволило выдвинуть гипотезу, что направление наклона функции RAa сигнализирует об ожидаемой динамике котировок. В случае монотонно возрастающей функции реализация любой более высокой доходности оценивается инвесторами как более рискованная. Игроки будут требовать более высокую минимальную доходность для участия в росте рынка. При осознании невозможности ее получения, они будут переводить средства в менее рискованные активы. Спрос на акции будет сокращаться, а

предложение расти, приведет к падению котировок. Следовательно, монотонное возрастание функции RAa является сигналом ожидаемой коррекции на рынке. Обратная ситуация возникает в случае монотонного убывания функции RAa .

Предполагается, что инвесторы двигают котировки в сторону наиболее благоприятных для себя исходов, поэтому максимальному значению функции RAa соответствует наименее вероятный будущий исход; а минимальному – наиболее вероятный. Экстремумы функции рассматриваются в качестве сигналов для максимизации и минимизации выигрыша при построении инвестиционной стратегии. Функция RAa должна быть строго положительной. Если на определенном интервале доходностей значения функции становятся отрицательными, то это означает, что инвесторы имеют излишне оптимистичные или пессимистичные взгляды на будущую динамику котировок, предъявляя повышенный спрос на соответствующие опционы. Их рыночная цена устанавливается на завышенном уровне, предоставляя арбитражные возможности. На основе подобного анализа функции RAa предлагается система построения опционного портфеля.

1) Доходности, соответствующие минимальному значению функции RAa или ее локальным минимумам, рассматриваются как наиболее вероятные будущие исходы, на которых необходимо максимизировать прибыль стратегии.

2) На интервалах доходностей с монотонным возрастанием функции RAa , создается убывающий профиль прибыли стратегии. На интервалах доходностей с монотонным убыванием RAa создается возрастающий профиль прибыли.

3) Монотонность функции RAa на всех доходностях означает согласие инвесторов относительно будущей динамики котировок и единственную точку максимизации. Если функция RAa имеет несколько локальных минимумов, то это говорит о бимодальности ожиданий, приводя к необходимости максимизировать совокупный доход от соответствующих реализаций.

4) Для защиты инвестированного капитала от серьезных потерь при ошибочных сигналах индикатора предлагается использовать ограничения на максимально допустимый уровень убытков.

5) Инвестору желательно получить требуемый профиль выплат при наименьших затратах. Использование опционных контрактов позволяет этого добиться. Поэтому при построении портфеля добавляется требование неположительной величины начальных инвестиций.

Было выявлено, что функция RAa может менять направление роста и иметь несколько экстремумов и потенциально арбитражных опционов, усложняя процесс построения стратегии инвестирования. Для его упрощения предлагается использовать метод линейного программирования: определить целевую задачу оптимизации – максимизация прибыли, и установить ограничения на структуру портфеля. В таблице 1 представлен полный набор необходимых ограничений.

Таблица 1. Линейные ограничения необходимые для построения оптимизированного опционного портфеля.

Настроения инвесторов	Профиль выплат	Линейные ограничения
Ожидается рост рынка	Бычий наклон	$\sum_{x_i \leq x_k} C_i - \sum_{x_j \leq x_j} P_j \geq 0$ (4)
Ожидается падение рынка	Медвежий наклон	$\sum_{x_i \leq x_k} C_i - \sum_{x_j \leq x_j} P_j \leq 0$ (5)
Наиболее вероятный исход	Максимизация прибыли	$\max \left[\begin{array}{l} \sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i) + \max(K - X_i; 0)) \\ + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i) + \max(X_i - K; 0)) \end{array} \right] > 0$ (6)
Дополнительные ограничения		
Нулевая первоначальная стоимость		$\sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i)) + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i)) \leq 0$ (7)
Ограничение максимального уровня потерь		$\forall K, \left[\begin{array}{l} \sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i) + \max(K - X_i; 0)) \\ + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i) + \max(X_i - K; 0)) \end{array} \right] \geq -0.1 * S$ (8)
где K – наиболее вероятная будущая котировка базового актива, X _i – цены исполнения опционов, C _i – количество опционов Колл; P _i – количество опционов Пут, V() – цена опционной позиции, S – текущая цена базового актива.		

С добавлением системы линейных ограничений, разработанная методика принимает законченный вид:

- эмпирическая оценка функции RAa;
- теоретическая интерпретация полученной функции RAa с выявлением инвестиционных сигналов;
- построение оптимизационной стратегии инвестирования.

Третья глава диссертационной работы посвящена описанию результатов, полученных в ходе реализации разработанной методики на российском рынке. Первым шагом на пути построения функций RAa являлась оценка внутренней безрисковой ставки процента. На основе реальных данных по торгам фьючерсами на индекс РТС и котировок самого индекса РТС было выявлено, что в предкризисный период ее значения колесались в пределах 2-8% годовых. С августа по октябрь 2008 года в связи с приходом мирового финансового кризиса на российский рынок произошел рост требуемой инвесторами доходности, что отразилось в увеличении внутренней безрисковой ставки процента до 20% годовых. Когда кризис подходил к концу, а правительства различных стран стали снижать ставки рефинансирования, вместе с ними стали снижаться значения внутренней безрисковой ставки процента, свидетельствуя о стабильности и адекватности полученных значений экономическим реалиям. Это позволило сделать вывод, что внутренняя безрисковая ставка может служить устойчивым приближением реальной безрисковой ставки при оценке финансовых активов.

Получив значения безрисковой ставки процента, на ежемесячной основе была проведена оценка функций опционной волатильности. Для каждой даты исполнения на рынке имелось не менее 8 ликвидных страйков, что свидетельствовало о достаточности информации для проведения анализа риск предпочтений даже в периоды низкой ликвидности. В большинстве своем функции опционной волатильности имели квадратичную форму, которая хорошо аппроксимировалась функцией многочлена четвертой степени. Коэффициент R^2 стабильно оказывался выше 0,9.

На основе полученных функций опционной волатильности были построены функции RND и RAa, впоследствии изучавшиеся в исторической перспективе и в сравнении с динамикой индекса РТС. Это позволило описать механизм общего анализа функций неприятия риска, и проследить, как риск-предпочтения инвесторов отражались на динамике фондового рынка. Было выявлено, что форма функции RAa менялась в зависимости от даты проведения анализа, свидетельствуя, что настроения инвесторов не являются стабильными во времени. В течение месяцев, предшествовавших наступлению кризиса, значения функции

RAa возростали с увеличением потенциальной доходности, сигнализируя об ожидании падения котировок. Когда острая фаза кризиса была пройдена, исследуемые функции стали принимать убывающую форму, предвосхищая будущее восстановление рынка. Полученные результаты подтвердили гипотезу, что настроения инвесторов определяют будущее движение рыночных котировок, которое можно спрогнозировать на основе структуры функции RAa. Было выявлено, что за период с января 2007 по февраль 2010 года эффективность индикатора RAa, оцененная как доля точных прогнозов, составила 61%. Точность индикатора за период с июля 2008 по февраль 2010 возросла до 75% (таблица 2). Полученное расхождение связано с тем, что инвесторы с июля 2007 года ожидали прихода кризиса, а реальное падение началось в июне 2008.

Таблица 2. Точность прогнозов RAa (плюсом выделены точные прогнозы)

Дата	Прогноз динамики рынка	Точность прогноза	Дата	Прогноз динамики рынка	Точность прогноза
12.01.2007	↑	+	13.08.2008	Бимодальный	+
12.02.2007	↓	+	12.09.2008	Бимодальный	+
16.03.2007	↑	+	13.10.2008	Бимодальный	+
13.04.2007	↓	+	12.11.2008	↑	+
15.05.2007	↓	-	12.12.2008	↑	-
15.06.2007	↑	+	12.01.2009	↑	+
16.07.2007	↓	+	11.02.2009	Бимодальный	-
15.08.2007	↓	-	13.03.2009	↑	+
14.09.2007	↓	-	10.04.2009	↑	+
15.10.2007	↓	-	12.05.2009	Бимодальный	+
14.11.2007	↓	-	16.06.2009	↑	-
14.12.2007	↑	+	16.07.2009	Бимодальный	+
14.01.2008	↓	+	14.08.2009	Бимодальный	+
13.02.2008	Бимодальный	-	15.09.2009	↑	+
13.03.2008	↑	-	15.10.2009	Бимодальный	-
11.04.2008	↓	-	13.11.2009	↓	+
12.05.2008	↓	-	11.12.2009	Бимодальный	+
11.06.2008	↑	-	11.01.2010	Бимодальный	+
14.07.2008	↓	+	10.02.2010	Бимодальный	-

Ошибки индикатора в 2007 году не могут служить аргументом против использования RAa для оценки рыночной динамики. Наоборот, они говорят о значительной предупредительной силе предлагаемого инструмента. На

протяжении многих периодов индикатор предсказывал падение, что позволило бы инвестору заранее пересмотреть свою стратегию.

На основе полученных функций RAa ежемесячно были построены инвестиционные стратегии 2-х видов. Стратегия 1 состояла в построении оптимизированного опционного портфеля на основе разработанных линейных ограничений (таблица 1). Стратегия 2 состояла в покупке базового актива при ожидании роста рынка, его продаже при ожидании падения, и инвестировании в безрисковый актив при бимодальности ожиданий.

Типичным примером реализации методики были стратегии, построенные в августе 2008 года. 18 августа на закрытии торгов котировка фьючерса на индекс РТС равнялась 179 140 пунктам. Имелось 18 ликвидных страйков для опционов Колл, и 9 для опционов Пут. На рисунке 1 представлено графическое изображение построенных функций RAa и RND.

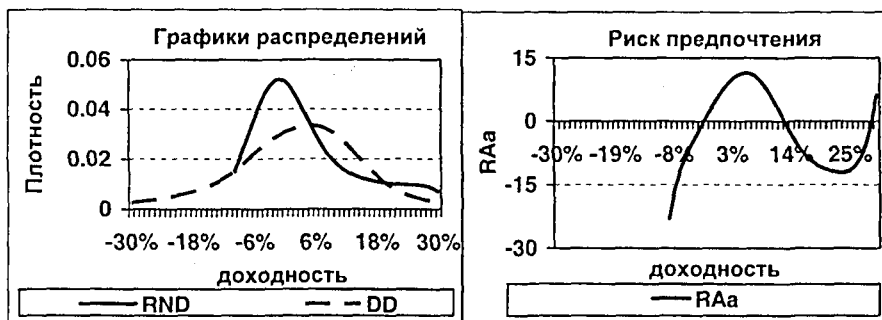


Рисунок 1. Риск-нейтральное распределение и риск-предпочтения в августе 2008 года

Функция RAa несколько раз меняла направление своего роста. До уровня доходности +6% она имела возрастающий тренд. На интервале доходностей (+6%;+23%) значения функции уменьшались. На доходностях свыше +23% функция RAa возобновляла свой рост. Подобная динамика свидетельствовала о бимодальности ожиданий. Локальный максимум функции RAa на доходности +6%, указывал, что данный исход рассматривался инвесторами как наиболее рисковый. По обе стороны от него вероятность реализации исходов постепенно возрастала, что привело к образованию локального минимума на уровне

доходности +23%, и стремлению значений функции RAa к $-\infty$ в области отрицательных доходностей. Подобная структура функции RAa означала, что в случае роста рыночные котировки, вероятнее всего увеличились бы на 23%. Если бы рынок начал сокращаться, итоговое падение могло бы составить минимум 9%. Точно предсказать глубину падения было невозможно из-за отсутствия торгов опционами на более низких доходностях. На основе полученных сигналов были определены необходимые требования к инвестиционной стратегии:

- 1) Максимизация суммарной прибыли на доходностях -9% и +23%, при условии положительности выигрыша на каждом из этих исходов

$$F1 = \sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i) + \max(1,23 * S - X_i; 0)) + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i) + \max(X_i - 1,23 * S; 0)) > 0 \quad (9)$$

$$F2 = \sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i) + \max(0,91 * S - X_i; 0)) + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i) + \max(X_i - 0,91 * S; 0)) > 0 \quad (10)$$

$$\max(F1 + F2) > 0 \quad (11)$$

- 2) Медвежий или горизонтальный наклон на доходностях $(-\infty; +6\%)$

$$\forall k \in (-\infty; 1,06 * S), \sum_{x_i \leq x_k} C_i - \sum_{x_j \leq x_k} P_j \leq 0 \quad (12)$$

- 3) Бычий или горизонтальный наклон на доходностях $(+6\%; +23\%)$

$$\forall k \in (1,06 * S; 1,23 * S), \sum_{x_i \leq x_k} C_i - \sum_{x_j \leq x_k} P_j \geq 0 \quad (13)$$

- 4) Медвежий или горизонтальный наклон на доходностях $(+23\%; +\infty)$

$$\forall k \in (1,23 * S; +\infty), \sum_{x_i \leq x_k} C_i - \sum_{x_j \leq x_k} P_j \leq 0 \quad (14)$$

- 5) Неположительная изначальная стоимость портфеля

$$\sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i)) + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i)) \leq 0 \quad (15)$$

- 6) Уровень потерь ограничен 10% от текущей котировки базового актива

$$\forall K, \left[\sum_{i=1..n} (C_i * V(C_i) + \max(K - X_i; 0)) + \sum_{i=1..n} (P_i * V(P_i) + \max(X_i - K; 0)) \right] \geq -0,1 * S \quad (16)$$

Построенный профиль прибыли полностью соответствовал заявленным требованиям (рисунок 2). Уровень потерь не превышал величины 179,14\$ и достигался при наименее ожидаемом исходе. При обеих наиболее ожидаемых доходностях стратегия гарантировала положительный доход. Изначальная

стоимость портфеля была равна нулю. По стратегии 2, так как RAA давала сигналы о бимодальности ожиданий, все накопленные средства были инвестированы в безрисковый актив.

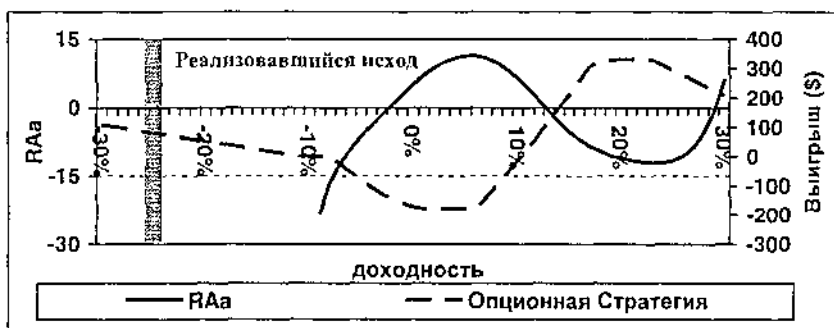


Рисунок 2. Инвестиционные стратегии в августе 2008

Через месяц после создания опционного портфеля, фьючерс на индексе РТС упал до отметки 133 760 пунктов, что соответствовало доходности -25%. Этот исход позволил стратегии принести прибыль в размере 82,35\$ или доходности 5%.

Аналогично были построены стратегии инвестирования для каждого месяца на протяжении 2007–2010 гг. Динамика их доходности представлена на рисунке 3. С января 2007 по март 2010 года суммарная доходность оптимизированного опционного портфеля, составила +88%; а стратегии торговли базовым активом – +76%. За тот же период индекс РТС опустился на 16%, а индекс фьючерсов на индекс РТС – на 20%. Полученные результаты были оценены на основе показателей эффективности (таблица 3).

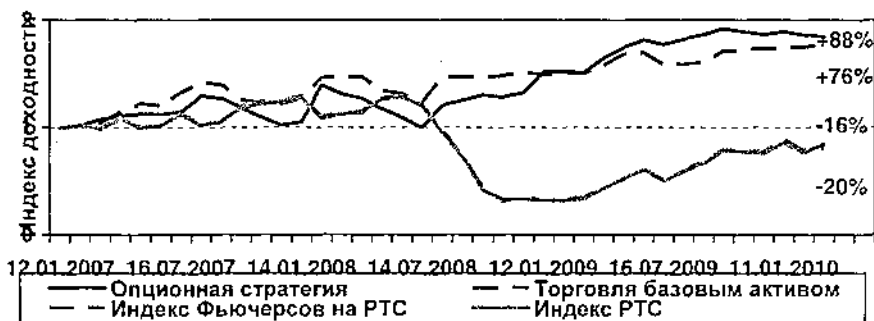


Рисунок 3. Динамика доходности построенных стратегий

Таблица 3. Сравнительный анализ эффективности построенных стратегий (наилучшие стратегии выделены жирным подчеркиванием)

	Опционная Стратегия	Фьючерсная стратегия	Фьючерс на РТС	Индекс РТС
Коэффициент Шарпа	0,20	<u>0,22</u>	0,00	0,01
Коэффициент Трейнора	-0,13	<u>-0,33</u>	0,00	0,00
Коэффициент Трейнора (полубета)	-0,27	<u>-0,68</u>	0,00	0,00
M2	<u>0,03</u>	<u>0,03</u>	0,00	0,01
M2 (полудисперсия)	<u>0,06</u>	0,05	0,00	0,01
Альфа Йенсена	<u>0,02</u>	0,01	0,00	-
Альфа Йенсена (полубета)	<u>0,02</u>	0,01	-0,00	-
Коэффициент Сортино	<u>0,55</u>	0,50	0,01	0,02
Индекс Штуцера	0,21	<u>0,22</u>	0,00	0,01
Альфа Леланда	<u>0,02</u>	0,01	-0,00	-
Вероятность отрицательных доходностей	39%	<u>26%</u>	37%	39%

Таблица 4. Сравнительный анализ эффективности стратегий на основе индекса волатильности (IV) и на основе функции (RAa)

	Стратегия на RAa	Стратегия на IV «Открытия»	Стратегия на IV «Опциона»	Индекс РТС
Итоговая доходность	88%	21%	83%	-16%
Коэффициент Шарпа	0,20	0,04	<u>0,27</u>	0,01
Коэффициент Трейнора	-0,13	0,02	<u>-0,62</u>	0,00
Коэффициент Трейнора (полубета)	-0,27	0,05	<u>-1,17</u>	0,00
M2	0,03	0,01	<u>0,04</u>	0,01
M2 (полудисперсия)	0,06	0,01	<u>0,13</u>	0,01
Альфа Йенсена	<u>0,02</u>	0,00	0,01	-
Альфа Йенсена (полубета)	<u>0,02</u>	0,00	0,01	-
Коэффициент Сортино	0,55	0,31	<u>1,75</u>	0,02
Индекс Штуцера	0,18	0,04	<u>0,32</u>	0,01
Альфа Леланда	<u>0,02</u>	0,00	0,01	-
Вероятность отрицательных доходностей	39%	<u>24%</u>	29%	39%

Было проведено сравнение эффективности RAa с альтернативными инструментами анализа рыночных настроений (таблицы 4, 5). Сравнение основывалось на оценке эффективности стратегий, построенных на выявленных

сигналах изучаемых показателей. В качестве методики инвестирования на основе сигналов показателя put/call и индекса волатильности использовалась торговая система Squeeze 1, разработанная Summa (2004), являющая частным примером подобных инвестиционных стратегий.

Таблица 5. Сравнительный анализ эффективности стратегий на основе индикатора Put/Call и на основе функции RAa

	Стратегия на RAa	Стратегия на PCRoi	Стратегия на PCRv	Индекс РТС
Итоговая доходность	90%	-50%	-12%	-24%
Коэффициент Шарпа	<u>0,20</u>	-0,47	-0,08	-0,01
Коэффициент Трейнора	<u>-0,14</u>	4,93	0,04	-0,00
Коэффициент Трейнора (полубета)	<u>-0,30</u>	5,79	-0,10	-0,00
M2	<u>0,03</u>	-0,06	-0,01	0,00
M2 (полудисперсия)	<u>0,06</u>	-0,04	-0,01	0,00
Альфа Йенсена	<u>0,02</u>	-0,02	-0,01	0,00
Альфа Йенсена (полубета)	<u>0,02</u>	-0,02	-0,00	0,00
Коэффициент Сортино	<u>0,58</u>	-0,40	-0,04	0,04
Индекс Штуцера	<u>0,22</u>	-0,67	-0,08	0,01
Альфа Леланда	<u>0,02</u>	-0,02	-0,01	0,00
Вероятность отрицательных доходностей	38%	<u>30%</u>	32%	41%

Было выявлено, что показатель RAa является более сильным инструментом анализа рыночной динамики и построения инвестиционных стратегий. Если в отношении индикатора Put/Call преимущество было несомненным, то в отношении индекса волатильности полученный результат во многом основывался на противоречивости результатов анализа индексов волатильности предлагаемых разными инвестиционными компаниями. В то же время функция RAa благодаря строгости построения и интерпретации позволяет получать однозначные выводы.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Существующие методы оценки настроений инвесторов имеют ряд недостатков связанных как с использованием ограниченного объема имеющейся информации, так и со сложностью их построения частным инвестором. Эмпирическая функция абсолютного неприятия риска (RAa), используя более полный массив данных об опционных торгах, и являясь относительно простой для

построения, представляет собой более качественный инструмент оценки рыночных настроений.

2. При построении функции абсолютного неприятия риска (RAa) на основе реальных данных необходимо оценивать виртуальные внебиржевые опционы путем интерполирования значений опционной волатильности на возможные цены исполнения, находящиеся между реально торгуемыми страйками. Интерполирование осуществляется путем подбора наилучшей аппроксимирующей функции многочлена n -го порядка, что обеспечивает соответствие построенной функции реальным данным и наиболее полно учитывает поведенческие особенности инвесторов.

3. Значение безрисковой ставки процента, необходимос для оценки опционной волатильности, рассчитывается путем сопоставления текущих цен фьючерсов и их базовых активов, что гарантирует соответствие полученных значений тем, которые использует массовый инвестор.

4. Способ построения, основанный на сопоставлении действительного исторического и риск-нейтрального распределений, позволяет функции RAa иметь множество возможных форм, зависящих от соотношений центральных моментов распределений, которые явным образом отражают поведенческие характеристики инвесторов. Математические ожидания определяют общий уровень значений RAa, дисперсии влияют на угол ее наклона, ассиметрии образуют нарушения монотонности.

5. Форма функции RAa косвенным образом отражает зависимость спроса на рисковый актив от уровня его возможной доходности. Чем ниже значение функции RAa, тем менее рискованной данная котировка выглядит для инвестирования и тем выше на нее спрос. Сравнение значений функции RAa позволяет определить предпочтения инвесторов к любой возможной динамике рыночных котировок.

6. Инвесторы двигают котировки финансовых активов в сторону наиболее благоприятных для себя исходов, что позволяет на основе выявленных предпочтений определять их будущую динамику и создавать инвестиционные стратегии. Убывающая форма кривой RAa, свидетельствующая о том, что каждая

более высокая цена изучаемого актива рассматривается рыночными инвесторами как более предпочтительная, сигнализирует о вероятном будущем росте котировок, и требует открытия длинной позиции. Возрастающая форма кривой RAa, говорит о возможной коррекции на рынке, и подразумевает открытие короткой позиции.

7. Для наиболее полного учета предпочтений инвесторов, выраженных в структурной форме кривой RAa, при построении инвестиционной стратегии необходимо использовать систему линейных ограничений, описывающих интервалы возможного возрастания и убывания цены изучаемого актива, наиболее вероятные будущие значение его котировки, а также защиту от возможных ошибочных сигналов индикатора.

8. Показатель RAa доказал свою эффективность на основе данных с российского рынка. За период с января 2007 по февраль 2010 доля его точных сигналов составила 61%, с июля 2008 по февраль 2010 точность индикатора возросла до 75%. Расхождения в значениях эффективности связаны с тем, что предлагаемый показатель предсказал кризис уже за год до его фактического наступления, что привело к ошибкам в масштабе месяцев 2007 года.

9. Инвестиционные стратегии, построенные на основе сигналов функции RAa, за исследуемый период позволили переиграть рынок, и удвоить инвестированный капитал. Эффективность подобного способа построения портфелей была подтверждена как на основе классических показателей инвестирования, так и индикаторов, учитывающих высшие моменты распределений и поведенческие особенности инвесторов.

10. Использование функции RAa позволило повысить точность прогнозов рыночной динамики и построить более эффективные стратегии инвестирования по сравнению с показателем Put/Call и индексом волатильности в терминах доходности и риска за счет более полного описания структуры настроений инвесторов и строгой методики построения и интерпретации данных.

III. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные автором в ведущих рецензируемых научных изданиях и журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

1. Гордейчук, Е.Н. Методика оценки динамики риск-предпочтений на российском фондовом рынке и ее применение в биржевой торговле. // Экономический анализ: Теория и практика. – 2009. – №36. – с. 54-62 (1 пл.)

2. Гордейчук, Е.Н. Сравнение эффективности использования индикатора абсолютного неприятия риска с наиболее распространенными показателями рыночных настроений инвесторов при построении торговых стратегий. // Экономический анализ: Теория и практика. – 2010. – №34, с. 48-60 (1,6 пл.)

Другие работы, опубликованные автором по теме кандидатской диссертации.

3. Гордейчук, Е.Н. Оценка риск-предпочтений инвесторов на основе опционных цен. // Фондовый рынок России: современное состояние, инструменты и тенденции развития. М.: Издательский дом ГУ-ВШЭ, 2009 – с. 87-97 (0,65 пл.)

Лицензия ЛР № 020832 от 15 октября 1993 г.

Подписано в печать *Э.Н. Гордейчук* 2010 г. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1

Тираж 100 экз. Заказ № 209

Типография издательства ГУ - ВШЭ, 125319, г. Москва, Кочновский пр-д., д. 3