Гордейчук, Егор Николаевич. Оптимизация портфеля опционных контрактов на основе выявленных предпочтений инвесторов : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Гордейчук Егор Николаевич; [Место защиты: Гос. ун-т - Высш. шк. экономики].- Москва, 2010.- 148 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-8/1159

**Содержание к диссертации**

Введение

**ГЛАВА 1. Использование опционов для инвестирования и выявления настроений инвесторов12**

1.1 Инвестиционная привлекательность опционов 13

1.2 Роль настроений инвесторов на фондовом рынке 22

1.3 Существующие методы оценки настроений рыночных инвесторов 28

1.4 Оценка настроений инвесторов с помощью функции абсолютного неприятия риска (RAa) 37

1.5 Существующие подходы к анализу эффективности инвестиционных портфелей 45

**ГЛАВА 2. Создание методики инвестирования на основе выявления предпочтений инвесторов58**

2.1 Усовершенствование метода оценки функции RAa 58

2.2 Разработка метода выявления рыночных предпочтений на основе функции RAa 68

2.3 Разработка метода оптимизации портфеля опционных контрактов на основе выявленных рыночных предпочтений 77

**ГЛАВА 3. Реализация разработанной методики инвестирования на российском рынке 85**

3.1 Построение и анализ функций RAa на российском рынке в 2007-2010 гг 85

3.2 Построение опционных стратегий при различных сигналах функции RAa 97

3.2.1 Ожидание падения (июль 2007 г.) 99

3.2.2 Бимодальность ожиданий (август 2008 г.) 103

3.2.3 Ожидание роста (март 2009 г.) 108

3.2.4 Расхождение риск-нейтрального и действительного распределений (сентябрь 2008 г.) 111

3.3 Оценка эффективности инвестирования на основе выявленных предпочтений инвесторов в 2007-2010 гг 117

Заключение 134

Выводы и результаты 138

Основные положения, выдвигаемые на защиту 141

Список литературы 142

**Введение к работе**

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.

Динамичное 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 вышеизложенным, 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 [8], который в 30-е гг. XX века выдвинул гипотезу о том, что люди, принимая решения' в условиях неопределенности, предпочитают опираться на суждения остальноо мира, который, по их мнению, обладает большим объемом информации. Подобное поведение приводит к возникновению на рынке доминирующих настроений инвесторов, оказывающих1 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) [80], индекс волатильности, разработанный Чикагской биржей опционных контрактов, и мнения аналитиков. В работах (Pan, Poteshman (2003) [60], Tsuji (2009) [77], Bradshaw (2002, 2004) [25-26], Markov, Tamayo (2003) [54], Ramnath, Rock, Shane (2008) [63]) проводились изучения эффективности использования данных инструментов для анализа и прогнозирования-котировок финансовых активов, которые выявили определенные ограничения«их применения.

В качестве альтернативы учеными (Dreze (1970) [34], Ross (1976) [65], Breeden, Litzenberger (1978) [27], Leland-(1980) [50]) был разработан подход к-выявлению рыночных настроений на основе цен опционных контрактов, с различными» страйками4, позволяющий' более полно учесть информацию^ заложенную-в биржевых торгах. Существуют несколько методик реализации данной идеи на практике (Ait-Sahalia, Lo(1998, 2000) [15-16], Jackwerth (1999, 2000) [43-44], Shimko (1993) [70], Chang, Tabak (2002) [29], Tarashev, Tsatsaronis, Karampatos (2003) [75]). 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 Jackwerth (1999) [43] затрагивал вопрос выявления на\* основе функции RAa, арбитражных возможностей и их использования-для инвестирования. В то же время существуют теоретические разработки (Huang, Litzenberger (1988) [41]), описывающие взаимосвязь между значениями RAa и спросом на рисковые 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 Jensen (1968) [46], Leland (1997-1999) [51-52], Sharpe (1994) [69], Sortino, Price (1994) [72], Stutzer (2000) [73], Treynor (1966) [76], Modigliani, Modigliani (1997) [58]. В работах Галиц (1998) [3], Hull (2003) [42], Natenberg (1994) [59], Буренин (2002) [2] 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) [9], Недосекин (2005) [11]. 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, торгующихся 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: Black, Scholes (1973) [22], Breeden, Litzenberger (1978) [27], Jackwerth (2000) [44], Leland (1980) [50], Whaley (2002) [79], Курочкин СВ., Пичугин И.В (2005) [9], Дж. М. Кейнс (1999) [8], Шоломицкий (2005) [14], Талеб (2009) [13].

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 (Huang, Litzenberger (1988)f[41]) 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 f инвесторами для создания на основе доминирующих настроений на рынке \*, і. 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, которыми1 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» (МЕИМО; 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.

По результатам исследования автором были опубликованы 3 статьи общим объемом 3,25 печатных листов, в том числе 2 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ объемом 2,6 печатных листов:

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 (объем -1 пл.)

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 (объем - 1,6 пл.)

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 (объем-0,65 пл.)

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.

## Существующие методы оценки настроений рыночных инвесторов

Оценка отношения инвесторов к риску на основе опционных цен может привести к парадоксальным выводам. В статье 2000 г. Jackwerth [44] обнаружил, что после кризиса 1987 года функция риск-предпочтений американских инвесторов перестала соответствовать теоретическим предпосылкам. Было выявлено, что она принимала отрицательные значения вокруг доходности равной 0%. Это теоретически означало, что у инвесторов полностью пропал страх потерять свой капитал, и наоборот они приветствовали уменьшение своих финансов. Похожие результаты были описаны в статьях Giamouridis (2005) [38] и Lioui, Malka (2004) [53]. Подобные аномалии могут служить сигналом о неправильной оценке опционов и, как следствие, возможности получения арбитражной прибыли, например за счет продажи опционов типа Пут и инвестирования полученных денег в безрисковый актив

Изучение предпочтений инвесторов и влияющих на них факторов имеет важное теоретическое значение. Поскольку одной из основных направляющих сил в экономике является человек со своими надеждами, страхами и стремлениями, то практически во всех исследованиях, посвященных фондовому рынку, ученые так или иначе пытаются понять, что движет инвесторами. Однако существуют научные труды непосредственно направленные на изучение этого вопроса. Например, Scheicher (2003) [68] пытался выявить факторы, влияющие на уровень неприятия риска инвесторов в Германии, a Tarashev, Tsartsaronis, Karampatos (2003) [75] предлагали обзор нескольких возможных способов теоретического анализа динамики риск-предпочтений инвесторов. Однако стоит отметить, что к настоящему времени ни одна из существующих методик не является доминирующей. На сегодняшний день можно выделить 3 основных метода, которые используются для оценки настроений инвесторов, и применяются для построения инвестиционных стратегий. 1) Использование индикатора Put/Call. 2) Использование индекса волатильности. 3) Использование мнений аналитиков. Первые 2 способа основываются на выявлении настроений инвесторов исходя из данных непосредственно опционных торгов. Третий способ требует изучения аналитических отчетов ведущих инвестиционных компаний, которые в частности также могут использовать индекс волатильности или индикатор Put/Call. Однако в большей степени аналитические отчеты основываются на уникальных методиках, в которых преобладает экспертные мнения. Рассмотрим подробно каждый из представленных подходов. Один из основных принципов технического анализа состоит в том, что не стоит торговать против тренда, поскольку курс ценной бумаги учитывает всю информацию, а цена движется в одном направлении. Следовательно, по мере увеличения или падения курса ценной бумаги увеличивается желание инвесторов соответственно приобрести ее, или избавиться от нее. Со временем это приводит к тому, что данная ценная бумага оказывается перекупленной — ее котировки достигают экстремально высоких значений, или же наоборот перепроданной — ее цена на фондовом рынке опускается слишком низко. Наступление этих событий может служить сигналом к развороту тренда динамики рыночных котировок.

Когда цена актива возрастает, она может достигнуть определенного значения, которое вызовет приток продавцов на рынок. Их число начнет превышать количество покупателей, что приведет к падению котировки актива. Аналогично когда котировка ценной бумаги достигает низких значений, инвесторам становится выгодно приобретать ее. В результате спрос на бумагу возрастает, что приводит к увеличению ее цены.

Определение подобных точек перелома тренда становится важной практической задачей, поскольку позволяет определить моменты входа и выхода с рынка. В среде трейдеров для этих целей широко используется теория противоположного мнения . Она подразумевает оценку настроений рыночных инвесторов и активную торговлю в такие моменты, когда настроения достигают своих экстремальных значений. Дж. Самма один из наиболее активных приверженцев данной доктрины следующим образом описывает основную идею данного метода.

Если во время «бычьего» тренда практически все участники рынка действуют в соответствии с «бычьими» настроениями, то цены вероятнее всего упадут. В основе данного тезиса лежит предпосылка о том, что все, кто хотел войти в рынок, уже в нем находятся. Следовательно, если окажется, что взгляды, на основе которых базировались ожидания инвесторов, окажутся ошибочными, то в итоге ошибутся все. Это может привести к резкому изменению направления тренда, и покупатели сразу превратятся в продавцов. Аналогичные рассуждения справедливы для ситуации панических распродаж активов [74].

Для определения наступления моментов экстремально оптимистических и пессимистических настроений инвесторов, и как следствие сигналов изменения рыночного тренда применяется информация об опционных торгах. Предполагается, что спрос на опционы типа Пут предъявляют пессимистично настроенные трейдеры, а на опционы типа Колл — оптимистично настроенные. Действительно, рост котировки базового актива приведет к увеличению прибыли владельца опциона Колл, а ее падение будет выгодно владельцу опциона Пут.

На основе выше описанных наблюдений в 1980 году Мартин Цвейг [80] предложил индикатор Put/Call для определения настроения инвесторов. Он Theory of contrary opinion строится как отношение объемов торгов опционами Пут к объемам торгов опционами Колл. Увеличение данного показателя будет свидетельствовать о росте пессимистических настроений на рынке, в то время как его снижение — об увеличении оптимистических. Применив к индикатору Put/Call скользящие средние различной глубины, или определив верхние и нижние границы колебаний данного показателя, можно построить различные торговые системы. Главная идея подобных систем будет состоять в следовании ожиданиям массового инвестора, когда индикатор Put/Call принимает нормальные значения, и торговле против толпы на экстремумах.

## Разработка метода выявления рыночных предпочтений на основе функции RAa

Функция RAa обладает рядом важных практических свойств. В частности в Huang, Litzenberger (1988) [41] было доказано, что: 1) если функция RAa является возрастающей, то спрос на рисковый актив убывает по мере роста дохода, и наоборот если функция RAa является убывающей, то с увеличением дохода спрос на рисковый актив возрастает; 2) если функция RAa является возрастающей, то с увеличением богатства безрисковый эквивалент случайного выигрыша убывает. Данные свойства функции RAa позволяют на основе направления ее наклона определять ожидаемую в будущем динамику котировок. В частности пункт 2 во многом повторяет логику сравнения исторического и риск-нейтрального распределений, описанных в главе 1.4. В случае монотонно возрастающей функции для любой пары возможных доходностей наибольшей из них соответствует более высокое значение RAa. Это означает, что реализация более высокой доходности оценивается рыночными игроками как менее благоприятная. В результате инвесторы будут требовать более высокую минимальную доходность для того, чтобы участвовать в подобной динамике рынка. При осознании невозможности ее получения, они предпочтут перевести свои средства в менее рискованные активы. Из-за этого спрос на акции будет сокращаться, а предложение наоборот расти. В конечном счете, это приведет к падению рыночных котировок. На основании этого вывода монотонное возрастание функции RAa может рассматриваться как сигнал ожидания падения котировок базового актива.

Обратная ситуация возникает в случае монотонного убывания функции неприятия риска. Если для любой пары возможных доходностей большей доходности соответствует более низкое значение функции RAa, то это означает, что реализация более высокой доходности оценивается рыночными игроками как более предпочтительная. Как следствие, они готовы платить большие суммы средств за возможность получения прибыли от ее реализации. Это приводит к увеличению спроса на рисковые активы, что в свою очередь заставляет рынок расти. На основании описанной выше логики можно сделать вывод о том, что монотонное убывание функции RAa является сигналом будущего роста котировок базового актива.

Логично предположить, что инвесторы двигают котировки в сторону наиболее благоприятных для себя исходов. Поэтому, так как по мере увеличения значений функции RAa у инвесторов сокращается желание возникновения соответствующего исхода, то можно сделать вывод, что максимальному значению функции соответствует наименее вероятный будущий исход; а минимальному — наиболее вероятный. Таким образом, экстремумы функции RAa являются своеобразными полюсами притяжения и отталкивания для будущей котировки анализируемого актива. Как следствие, они могут использоваться в качестве сигналов для максимизации и минимизации возможного выигрыша при построении профиля прибыли инвестиционной стратегии.

По своему смыслу значения функции RAa должны быть строго положительными. Нарушение этого свойства будет служить сигналом для инвестора. Если на определенном интервале доходностеи значения функции RAa становятся отрицательными, то это означает, что инвесторы готовы платить завышенную цену за то, чтобы получать прибыль при реализации соответствующих котировок базового актива. Однако подобные выводы нарушают общепринятую предпосылку о рациональности экономических индивидов. Возможным объяснением подобного феномена может служить неправильная оценка опционов, на основании которых были вычислены функции неприятия риска. Инвесторы могут иметь излишне оптимистичные или пессимистичные взгляды на будущую динамику котировок, и как следствие предъявлять повышенный спрос на опционы. В результате их рыночная цена будет устанавливаться на завышенном уровне. Подобная ситуация будет являться сигналом о наличии на рынке арбитражных возможностей.

В математическом смысле, как видно из формулы (2.10), эмпирически построенная функция RAa рыночного инвестора представляет собой разницу между скоростями роста функций плотности действительного и риск-нейтрального распределений. В этом смысле она описывает не столько ожидания среднерыночного инвестора, сколько выявляет их особенности по сравнению с ожиданиями соответствующими исторической динамике котировок. Рассмотрим этот результат на примере.

Предположим, что значение функции плотности действительного распределения, соответствующего доходности 1%, равняется у, а значение, соответствующее доходности 2% — z. Пусть y z. Это означает, что исторически доходность 1% реализовывалась чаще. Пусть значения функции плотности риск-нейтрального распределения на соответствующих доходностях равняются Ъ и с, причем Ь с. Теоретически подобная ситуация будет означать, что ожидания инвесторов в целом соответствуют исторической динамике котировок. Однако, если (y-z) (b-c) иу=Ь, то в соответствии с формулой (2.10) функция RAa будет иметь отрицательное значение. Подобная ситуация свидетельствует о готовности инвесторов нести дополнительные затраты ради получения положительной прибыли при реализации 2% доходности, несмотря на то, что вероятность ее возникновения меньше, чем у доходности 1%. Если предположить, что значения функций плотностей действительного и риск-нейтрального распределений на доходности равной 0% равны соответственно х и а, причем х-у=а-Ь 0, то окажется, что на уровне доходности 1% функция RAa имеет значение 0, а на интервале доходностей (1% ; 2%) имеет отрицательный наклон. В результате, несмотря на то, что действительное и риск-нейтральное распределения показывают одинаковые ожидания инвесторов, функция RAa предоставит торговый сигнал, говорящий о том, что в будущем доходность базового актива за счет активности инвесторов вероятнее составит 2%, чем 1%.

Подобным образом функция RAa позволяет выявлять особенности настроений инвесторов при видимой их схожести. Очевидно, что если бы функции плотности риск-нейтрального и действительного распределения были идентичны, то значения функции RAa были бы равны нулю. Однако, поскольку обычно эмпирически построенная функция риск-нейтрального распределения отличается по форме от исторической функции распределения, то функция RAa может выступать как индикатор предпочтений инвесторов. Необходимо отметить, что подразумевается под отличием риск-нейтрального и действительного распределений при анализе функции RAa. По определению, риск актива выражается в виде возможных отклонений его будущей котировки от наиболее вероятного значения. В терминах функций распределения подобные отклонения выражаются как центральные моменты распределения, наиболее распространенным из которых является дисперсия (второй центральный момент). Следовательно, в рамках методики, предлагаемой в данном диссертационном исследовании, для того, чтобы риск-предпочтения инвесторов можно было оценить, необходимо чтобы центральные моменты риск-нейтрального и действительного распределения отличались.

## Разработка метода оптимизации портфеля опционных контрактов на основе выявленных рыночных предпочтений

Выявив их, можно переходить к моделированию оптимального профиля будущих доходов. В первую очередь нужно решить, на какой возможной доходности следует максимизировать прибыль. Очевидно, что это необходимо делать при наиболее вероятном исходе, в таком случае математическое ожидание выигрыша стратегии будет максимальным. Таким исходам соответствуют минимальные значения функции неприятия риска. Поэтому на тех уровнях доходности, где функция неприятия риска достигает своего минимума значения профиля прибыли должны быть максимальными. Если функция неприятия риска монотонно возрастает или убывает, то это означает согласие инвесторов относительного будущей динамики котировок и, как результат, единственную точку максимизации. Если же функция неприятия риска имеет несколько локальных минимумов, то это свидетельствует о бимодальности ожиданий. В результате необходимо максимизировать выигрыш при всех соответствующих исходах.

Определившись, на каком уровне ожидать максимального выигрыша, инвестор должен решить, возрастающим или убывающим будет его профиль прибыли относительно ожидаемой доходности. Очевидно, что профиль прибыли должен возрастать по доходности, при ожидаемом росте рынка, и наоборот уменьшаться при ожидаемой коррекции.

На основании таблицы 2.2 делаем вывод, если на определенном интервале доходностей выявляется монотонное возрастание функции неприятия риска, то это означает, что в пределах этих котировок инвесторы ожидают падение рынка. Следовательно, на этом интервале доходностей инвестор должен создавать убывающий профиль выплат (медвежий наклон).

Если же на определенном интервале доходностей выявляется монотонное убывание функции неприятия риска, то это означает, что в пределах соответствующих котировок ожидается рост рынка. Поэтому на этом интервале доходностей необходимо создавать возрастающий по доходности профиль прибыли (бычий наклон).

Разобравшись с основными требуемыми характеристиками профиля будущей прибыли, инвестор переходит к выбору опционов, которые он будет добавлять в свой портфель. При принятии этого решения он может предъявлять дополнительные требования к его структуре.

Чтобы выявить арбитражные опционы, инвестор должен смотреть на знак функции RAa и на ее экстремумы в областях, где она принимает значения одного знака. Как отмечалось в таблице 2.2, отрицательные значения функции неприятия риска свидетельствуют о повышенном спросе инвесторов на соответствующие доходности и как результат о завышенных ценах на опционы. Следовательно, когда функция неприятия риска принимает отрицательные значения, можно говорить о наличии на опционном рынке арбитражных возможностей. Для того чтобы в полной мере ими воспользоваться, инвестору необходимо найти наиболее переоцененный страйк и продать соответствующий опцион. Очевидно, что такому страйку будет соответствовать минимальное отрицательное значение функции неприятия риска. Справедливо и обратное, когда функция неприятия риска принимает слишком высокие значения, это означает, что спрос на соответствующие доходности слишком низок. В результате опционы торгуются по заниженным ценам. Опять возникает арбитражная возможность. Чтобы воспользоваться ею, инвестору необходимо найти наиболее недооцененный страйк и купить соответствующий опцион. Такому страйку будет соответствовать максимальное положительное значение функции неприятия риска.

Для того чтобы определить, с какими опционами проводить сделки: типа Пут или типа Колл, необходимо посмотреть на каких доходностях достигаются выявленные экстремумы. Практика обычно показывает, что на отрицательных доходностях в объеме торгов преобладают сделки по опционам типа Пут, и, наоборот, на положительных - по опционам типа Колл. Поэтому если экстремумы проявляются на отрицательных доходностях то арбитраж стоит реализовывать посредством опционов Пут, если на положительных — с помощью опционов Колл. Подобный подход будет гарантировать наличие на рынке требуемых опционов.

Наиболее очевидным решением задачи защиты инвестированного капитала от серьезных потерь выглядит минимизация выплаты при наименее вероятном исходе. Однако на практике подобный подход значительно усложняет процесс построения инвестиционного портфеля. Фактически помимо максимизации прибыли возникает вторая целевая задача. Решение подобной системы индивидуальному инвестору может оказаться не по силам. Поэтому чтобы избежать значительных убытков при ошибочных сигналах индикатора, предлагается не минимизировать свои убытки, а устанавливать ограничения на максимально допустимый уровень убытков. Возможным способом подобной защиты является добавления в портфель длинных позиций по опционам Колл на положительных доходностях, и по опционам Пут на отрицательных. Таким образом, профиль прибыли будет принимать горизонтальный наклон. Естественно что такая защита стоит дополнительных затрат, однако правильно подобранные доли опционов в портфеле позволят их минимизировать.

Инвестору желательно получить требуемый профиль прибыли при наименьших затратах. Использование опционных контрактов позволяет достигнуть этой цели. Опционный портфель может иметь нулевую, а порой и отрицательную изначальную стоимость. Поэтому при построении своей стратегии инвестор должен стремиться создать такой портфель, который имел бы неположительную начальную стоимость.

В реальности структура функции RAa может быть очень сложной. Например, она может несколько раз менять направление роста, иметь несколько экстремумов, сигнализировать о нескольких потенциально арбитражных опционах. Это приводит к тому, что построение стратегии инвестирования становится нетривиальной задачей. Для того чтобы ее упростить, целесообразно поручить построение инвестиционного портфеля компьютеру, задав ему четкие правила, в соответствии с которыми он будет отбирать активы для портфеля. Для этого используется метод линейного программирования: дается целевая задача оптимизации — максимизация прибыли, и накладывается ряд ограничений на структуру портфеля.

Обзор возможных линейных ограничений, их математическая запись и применение на практике описаны в работах Курочкин, Пичугин (2005) [9], Недосекин (2005) [11]. Однако в своих статьях авторы указали лишь общие методы использования ограничений при наличии четко определенных ожиданий инвестора относительно будущей динамики котировок. В рамках данного диссертационного исследования нами была разработана методика определения линейных ограничений на основе сигналов эмпирически выявленной функции RAa. Совокупность этих ограничений позволяет создавать оптимизированный опционный портфель на основе риск-предпочтений доминирующих на рынке.

## Расхождение риск-нейтрального и действительного распределений (сентябрь 2008 г.)

На основании результатов опционной стратегии и стратегии торговли базовым активом были построены индексы их доходности за период с января 2007 по март 2010 года. Динамика этих индексов сравнивалась с динамикой индекса РТС и индекса фьючерсов на индекс РТС. Соответствующее сопоставление представлено на рис. 3.18.

Динамика доходности построенных стратегий Как видно из графика вплоть до начала наступления кризиса доходность стратегии опционного портфеля имела динамику аналогичную доходности базового актива. В отдельные периоды она опережала индекс РТС, а в другие оказывалась ниже. В то же время доходность стратегии основанной на торговле базовым активом на протяжении всего периода находилась как минимум не ниже доходности индекса РТС. Подобный результат связан с тем, что вплоть до августа 2008 года индикатор настроений инвесторов порой давал ошибочные сигналы. Как уже отмечалось, это было связано с тем, что инвесторы уже за год до наступления кризиса ожидали его возникновения. Торговля на этих сигналах временами приводила к убыткам стратегии опционного портфеля. Поскольку в случае ошибочных прогнозов потенциальный уровень потерь не достигал величины -10%, заложенных в построение стратегии, покупка подобной защиты приводила к потерям инвестора. Исходя из этого стратегия торговли базовым активом, в которой ограничение уровня потерь отсутствовало, на протяжении января 2007 - августа 2008 приносила более высокий доход. Значительная доля правильных сигналов в течение 2007 года — первой половины 2008 года, тем не менее, обеспечила стратегии опционных контрактов паритет со стратегиями Buy-and-Hold индекса РТС и фьючерсов на индекс РТС.

Начиная с августа 2008 года, точность сигналов, получаемых от индикатора неприятия риска, возросла. Это привело к тому, что стратегии опционного портфеля и торговли базовым активом стали уверено обыгрывать рынок. Правильно предсказанное наступление кризиса позволило построенным стратегиям даже во время самого серьезного падения сохранять текущий капитал инвестора на уровне выше изначальных инвестиций. Более того, усилившаяся предсказательная сила индикатора привела к тому, что стратегия оптимизированного опционного портфеля стали приносить больший доход, чем стратегия торговли базовым активом. Подобный результат был связан с тем, что на протяжении августа 2008 — февраля 2010 большинство сигналов индикатора имели бимодальный характер. Они не позволяли однозначно выявить, в какую именно сторону будет двигаться котировка базового актива. Следовательно, инвестору, торгующему базовым активом, оставалось только инвестировать под безрисковую ставку процента. Использование опционного портфеля наоборот позволяло максимизировать прибыль инвестора при каждом наиболее вероятном исходе. Поскольку доходность безрискового актива оказывалась ниже, чем модуль изменений котировки базового актива, опционный портфель приносил более высокий доход.

В итоге к марту 2010 года суммарная доходность, которую принесла стратегия оптимизированного опционного портфеля, составила +88%; стратегия торговли базовым активом позволила получить 76% доходности при стабильной динамике роста. За тот же период индекс РТС опустился на 16%, а индекс фьючерсов на индекс РТС — на 20%. На основании этих результатов, можно было предположить, что инвестирование на основе функции RAa является эффективным. Чтобы подтвердить это предположение была проведена оценка построенных стратегий на основе показателей эффективности.

По итогам проведенного анализа все использованные показатели эффективности сигнализировали о превосходстве стратегий построенных на основе сигналов функции RAa над стратегией покупки и удержания базового актива. Было выявлено, что большинство коэффициентов сигнализировали о наиболее высоком уровне эффективности при использовании оптимизированного опционного портфеля. Особое внимание стоит уделить результатам индикаторов Сортино, Штуцера и Леланда, поскольку, как отмечалось в главе 1.5, эти показатели наиболее полно учитывают возможные риски инвестирования и структуру предпочтений инвесторов. Их значения свидетельствовали о превосходстве использования стратегии оптимизированного опционного портфеля над возможными инвестиционными альтернативами. Только индикатор Штуцера выявлял незначительное преимущество у фьючерсной стратегии. Сигналы коэффициентов построенных на оценке риска отрицательной динамики котировок (полубета, полудисперсия) подтверждают этот вывод. 2 из 3 подобных индикаторов (за исключением коэффициента Трейнора по полубете) выбирали стратегию оптимизированного опционного портфеля наиболее эффективной. На коэффициенте Трейнора стоит остановиться отдельно. Он принимал отрицательные значения для стратегий, построенных на основе сигналов функции RAa. Подобный результат может возникать в 2 случаях: 1) когда среднегодовая доходность используемой стратегии ниже безрисковой ставки, а бета стратегии положительна; 2) когда среднегодовая доходность используемой стратегии выше безрисковой ставки, а бета стратегии отрицательна. Из таблицы 3.11 видно, что в проведенном исследовании имел место 2-й вариант. Это означает, что предложенные стратегии не только приносили хорошую доходность, но и уменьшали систематический риск инвестиций. Аргументом против использования стратегии оптимизированного опционного портфеля может служить тот факт, что ее применение приводит к некоторому увеличению вероятности получения отрицательных доходностей.