

На правах рукописи

Копосов Василий Игоревич

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ МИНИМИЗАЦИИ РЫНОЧНОГО РИСКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ
ПОРТФЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ**

Специальность: 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2013

Работа выполнена на кафедре «Информационные системы в экономике и менеджменте» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Научный руководитель:

Ильин Игорь Васильевич

доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Информационные системы в экономике и менеджменте» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Официальные оппоненты:

Дуболазов Виктор Андреевич

доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой предпринимательства и коммерции ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Ермоленко Константин Юрьевич

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической кибернетики ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский экономико-математический институт Российской академии наук».

Защита состоится «12» декабря 2013 года, в 14 часов, на заседании диссертационного совета Д 212.229.23 при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу 195251, Санкт-Петербург, Политехническая улица, д. 29, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале фундаментальной библиотеки ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан «__» _____ 2013 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.229.23
доктор экономических наук, профессор

Сулоева Светлана Борисовна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Российский фондовый рынок, история которого насчитывает немногим более 20 лет, развивается крайне неравномерно. Ввиду повышенной волатильности российского фондового рынка, выраженной в изменчивости и непостоянстве трендов на нем, в период 2011-2013 гг. наблюдается отток капитала непрофессиональных инвесторов из российских акций и приток денежных средств на банковских депозитах. Такое положение вещей замедляет развитие финансового сектора в Российской Федерации, что негативно сказывается как на инвестиционной привлекательности страны для зарубежных инвесторов, так и на возможностях привлечения финансовых инвестиций в реальный сектор экономики.

В основе подхода экономической науки к рассмотрению проблематики инвестирования в инструменты фондового рынка лежит решение задачи достижения оптимального соотношения между доходностью и риском портфеля ценных бумаг.

Существует несколько методологических подходов к оценке доходности инструментов фондового рынка. При этом на сегодняшний день не существует какой-либо стандартизированной методики управления инвестициями на фондовом рынке, способной де-факто гарантировать доходность портфеля ценных бумаг, превышающую ставки альтернативной доходности. Данная ситуация усложняется тем, что классические подходы к портфельному анализу не позволяют с необходимой точностью оценить фактическую величину и структуру рисков, присущих инвестированию в инструменты фондового рынка.

Основной причиной этого является волатильность фондового рынка.

В этой связи развитие математико-эконометрических моделей и алгоритмов принятия инвестиционных решений, эффективных на всем временном интервале вне зависимости от установившегося в моменте времени тренда, является серьезной теоретической и методологической проблемой. Решение этой проблемы – разработка и предложение эффективных моделей и алгоритмов принятия инвестиционных решений - способно вернуть капиталы непрофессиональных инвесторов на российские фондовые биржи, что в свою очередь является одной из ключевых и наиболее актуальных задач всех участников процесса биржевой торговли: биржи и государственных регуляторов с одной стороны, брокеров, управляющих активами и инвестиционных банкиров с другой.

Цели исследования состоят в разработке моделей и алгоритмов, устанавливающих требования к выбору активов в инвестиционные портфели и требования к управлению инвестиционными портфелями, позволяющие минимизировать или управлять рыночной

составляющей совокупного риска портфелей ценных бумаг при условии достижения уровней фактической доходности, превосходящих альтернативные ставки.

Для реализации поставленных целей решены следующие задачи:

- проведен анализ основных подходов к оценке ценообразования активов на фондовых рынках и выявлены недостатки классических теорий;
- проанализированы классические модели оптимизации и формирования инвестиционных портфелей, а также на основании эксперимента доказана их слабая практическая эффективность на российском фондовом рынке;
- разработана модель формирования структурированных инвестиционных продуктов (СИПов);
- разработаны пошаговая унифицированная методика формирования структурированных инвестиционных продуктов и алгоритм управления составляющим СИП инвестиционным портфелем;
- проведена оценка эффективности разработанной модели путем бэк-тестинга смоделированных в соответствии с методикой СИПов;
- разработан алгоритм рыночно-нейтральной торговой стратегии, исключающей влияние рыночного риска на динамику стоимости портфеля ценных бумаг;
- проведено тестирование эффективности разработанного алгоритма с применением инструментария Wealth Lab и MS EXCEL;
- разработаны практические рекомендации для повышения доходности разработок и их интеграции в продуктовую линейку инвестиционного банка;

Объектом исследования является российский фондовый и срочный рынки.

Предметом диссертационного исследования являются методы и модели принятия инвестиционных решений на фондовом рынке.

Степень проработанности и изученности проблемы. При проведении исследования автор опирался на фундаментальные труды по экономической теории, развитию подходов к оценке инвестиций, методикам принятия инвестиционных решений, портфельному моделированию и оптимизации инвестиционных портфелей. Была изучена литература на тему становления и развития инструментария срочного рынка, а также интеграции инструментов срочного рынка с классическими фондовыми активами внутри комплексных инвестиционных стратегий.

Базовые теоретико-методологические положения в выше обозначенных направлениях исследований были сформулированы в трудах зарубежных ученых. К числу основополагающих можно отнести труды Л. Башелье, Г. Марковица, Дж. Тобина, У.Ф.

Шарпа, М.Шоулза, Ф. Блэка, Дж. Мосина, Т. Коупленда, А. Дамодарана, С. Нисона, Ч. Доу, П. Самуэлсона, Ю. Фама, Б. Грехема, Э. Петерса и др.

Важно отметить вклад ряда представителей отечественной науки в исследование глобальных процессов на фондовых рынках и моделированию инвестиционных портфелей. Выделяются работы А.Н. Буренина, М.А. Лимтитовского, С.В. Булашева, В.В. Глухова, И.В.Ильина, А.О. Недосекина и др.

Вклад российской науки в исследование менее значителен, чем исследования зарубежных ученых, заложивших основу и развивших современные подходы к инвестициям. В то же время, несмотря на достаточную изученность основополагающих элементов процесса инвестирования в активы фондового рынка, труды зарубежных ученых и специалистов не могут учитывать всех специфических особенностей российского фондового рынка, отличающих его от рынков развитых стран.

Высокая актуальность проблемы и необходимость проведения комплексного исследования российского фондового рынка, а также анализа эффективного использования доступного российским инвесторам спектра инвестиционных инструментов, предопределили выбор темы диссертационного исследования, ее задачи и цели.

Теоретические и методологические основы исследования. Теоретическую основу исследования составляют работы зарубежных и отечественных экономистов, финансистов, математиков и статистиков, посвященные проблематике процессов инвестирования в активы фондового рынка. Информационный материал получен из монографий, научных статей, книг и иных публикаций. Методология работы основана на принципах диалектического подхода, методов дедукции и индукции, сравнительного анализа, математического моделирования, статистического анализа и синтеза теоретического и практического материала.

Информационная база исследования представлена содержанием монографий, научных статей, иных публикаций зарубежных и российских ученых. Значительный информационный материал получен из информационных источников Reuters и Финам, данных Московской биржи, архивов биржи ММВБ и РТС, размещенных в сети Интернет, а также данных российских и зарубежных информационно-аналитических агентств.

Основные методы исследования. В работе использованы математические методы и модели оценки стоимости инвестиций (DCF-моделирование, модель рыночных мультипликаторов), портфельного анализа (модель Марковица, модель Тобина, модель CAPM), оценки опционов (модель Блэка-Шоулза и ее модификации).

Научная новизна диссертационной работы. Разработанные подходы к принятию инвестиционных решений отличаются от существующих тем, что анализ портфеля ценных бумаг и выбор ценных бумаг основываются не на классических оптимизационных критериях,

а на критериях минимизации рыночного риска портфеля при условии сохранения достаточных в сравнении с альтернативными требованиями к доходности.

Основные результаты, полученные автором и отличающиеся научной новизной:

1. Исследованы традиционные модели портфельного анализа и выявлены их основные недостатки, влияющие на эффективность применения в процессе инвестирования на российском фондовом рынке.
2. Разработаны концептуальные положения использования критерия минимизации рыночного риска для формирования инвестиционного портфеля на основе анализа модели оценки капитальных активов (САРМ).
3. Разработана модель формирования структурированных инвестиционных продуктов, позволяющая управлять рыночным риском портфеля ценных бумаг.
4. Разработан алгоритм автоматической торговой системы, основанный на риск-нейтральном подходе к инвестициям и позволяющий исключить влияние рыночного риска на стоимость портфеля ценных бумаг.
5. Разработана методологическая и практическая база проведения экспериментального компьютерного тестирования эффективности управления инвестиционными портфелями.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности. В соответствии с формулой специальности 08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики, охватывающей проблемы теоретических и методологических положений анализа экономических систем, в диссертационном исследовании разработаны и структурированы методики и алгоритмы принятия инвестиционно-управленческих решений в области портфельного инвестирования в рамках экономической системы – регионального фондового рынка.

Отраженные в диссертации научные положения соответствуют области исследования специальности 08.00.13.

Пункту 1.1 «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании» паспорта специальности 08.00.13 соответствует следующий результат диссертации, имеющий научную новизну: разработка автором диссертации модели формирования структурированных инвестиционных продуктов, способствующей повышению эффективности принятия инвестиционных решений на фондовом рынке и использующей математический и оптимизационный инструментарий.

Пункту 1.6 «Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики, развитие метода финансовой математики и актуарных расчетов» паспорта специальности 08.00.13 соответствует следующий результат диссертации: с применением инструментария математического моделирования разработан алгоритм рыночно-нейтральной инвестиционной стратегии.

Практическая значимость исследования. Основные результаты диссертационного исследования ориентированы на широкое использование российскими профессиональными участниками рынка ценных бумаг, в частности, инвестиционными банками, брокерскими компаниями и компаниями, управляющими активами на рынке ценных бумаг, в целях расширения продуктовой линейки. Разработанные методики и алгоритмы могут использоваться в процессе моделирования инвестиционных продуктов, ориентированных на привлечение непрофессиональных инвесторов. Практическая реализация предложенных в диссертации методик и алгоритмов позволит привлечь на российский фондовый рынок розничных инвесторов, что обеспечит приток ликвидности на российские биржи, необходимый для их развития, а также приток долгосрочных инвестиций в реальный сектор экономики.

Теоретические положения и практические выводы диссертации могут использоваться в образовательном процессе в ВУЗах экономического профиля по дисциплинам «Рынок ценных бумаг», «Профессиональная деятельность на рынке ценных бумаг», «Методы и модели оценки инвестиций».

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные результаты исследования отражены в пяти публикациях, в том числе три работы были опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК.

Результаты исследования представлены на конкурс грантов 2013 года для аспирантов ВУЗов, расположенных на территории Санкт-Петербурга.

Отдельные предложения автора нашли применение в практической деятельности брокерского сегмента компании ЗАО «ИК «Энергокапитал».

Объем и структура работы определены актуальностью рассматриваемой проблемы, ее практической значимостью, целью и логикой исследования. Диссертация состоит из введения, четырех глав, включающих 29 параграфов, заключения, библиографического списка, включающего 154 наименования. Положения и выводы диссертации проиллюстрированы 18 таблицами и 30 рисунками.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Выявлены основные недостатки традиционных моделей портфельного анализа, влияющие на эффективность применения в процессе инвестирования на российском фондовом рынке и противоречия.

Инвестор, в процессе принятия инвестиционных решений на фондовом рынке, сталкивается с широким кругом проблем. Наибольшую сложность представляют проблемы выбора активов в инвестиционный портфель ценных бумаг и их комбинация в портфеле.

Решению выше обозначенных проблем призваны способствовать модели и методы прогнозирования будущей цены ценных бумаг и комбинации ценных бумаг в портфеле.

Экономическая наука не сегодняшний день не может предложить унифицированного подхода, который бы позволил безошибочно определять будущую стоимость ценных бумаг. Проблема осложняется тем, что ученые и исследователи фондового рынка делятся на приверженцев различных методик, объясняющих ценообразование: последователей фундаментального анализа, технического анализа и гипотезы эффективных рынков. Причем теоретические основы наиболее распространенных методик могут противоречить друг другу.

В диссертации выявлены противоречия между фундаментальным анализом, техническим анализом и постулатами гипотезы эффективных рынков (ЕМН). В частности, ЕМН, как модель, объясняющая непосредственный процесс ценообразования на фондовом рынке в любой момент времени, игнорирует следующие факты, сведенные и доказанные в диссертации:

- повышенную доходность от инвестирования в дешево оцененные по рыночным мультипликаторам акции;
- эффект января, предновогоднее ралли, дивидендные циклы;
- повышенную доходность принятия нерыночного риска;
- влияние притока/оттока спекулятивного капитала на динамику фондовых индексов развивающихся стран;
- эффект величины капитализации компании.

Проблема комбинации выбранных активов в инвестиционном портфеле рассматривается экономической наукой в рамках портфельного анализа.

Классическим подходом к портфельному анализу является модель Марковица, на основании которой разработано несколько распространенных модификаций. Активное применение в процессе портфельного анализа нашла модель оценки капитальных активов CAPM.

В диссертации проведена оценка эффективности классических подходов к портфельному анализу на основании серии экспериментов, использующих инструментарий российского фондового рынка.

Эксперименты основывались при следующих допущениях:

1. Инвестиционный портфель формируется 01 февраля 2008 г.
2. Инвестиционный портфель может включать в себя рисковые инструменты при условии того, что их доходность превосходит безрисковую ставку.
3. В портфель могут включаться акции исключительно российских эмитентов.
4. Акции приобретаются одновременно, ребалансировка портфеля не производится.
5. Акции, включаемые в портфель, должны состоять в базе расчета тематических индексов ММВБ MICEX LC (MICEX Large Cap Index) и MICEX MS (MICEX Mid Cap Index) и котироваться на бирже ММВБ не менее 18 месяцев.
6. Безрисковая ставка составляет 6,10% годовых.
7. Короткие продажи запрещены.
8. Транзакционные издержки не существенны.

Первая часть экспериментов заключалась в формировании портфелей ценных бумаг на основании модели Марковица и ее модификаций. В ходе эксперимента было сделано:

а) решена обратная задача Марковица:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^N x_i \cdot r_i > 0.0242 \% ; \\ x_i \geq 0; \\ \sum_{i=1}^N x_i = 1. \end{array} \right. , \text{ где:}$$

x_i – доля ценной бумаги i в структуре портфеля;

r_i – доходность ценной бумаги i ;

σ_{ij} – ковариация доходностей ценных бумаг i и j ;

0,242% - дневная безрисковая ставка.

б) записана и решена задача Тобина:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min; \\ x_0 \cdot r_0 + \sum_{i=1}^N x_i \cdot r_i > r_f; \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, n; \\ x_0 \geq 0; \\ x_0 + \sum_{i=1}^N x_i = 1. \end{array} \right. , \text{ где:}$$

x_0 – доля безрискового актива в структуре портфеля;

r_0 – доходность безрискового актива;

в) записана и решена задача оптимизации инвестиционного портфеля при привлечении займов по безрисковой ставке:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min; \\ x_0 \cdot r_0 + \sum_{i=1}^N x_i \cdot r_i \geq r_f; \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, n; \\ x_0 + \sum_{i=1}^N x_i = 1. \end{array} \right.$$

По итогам решения задач были сформированы инвестиционные портфели, отвечающие требованиям эффективности по Марковицу и лежащие на кривых безразличия условного инвестора.

Оценка эффективности сформированных портфелей производилась путем анализа графиков фактического изменения их стоимости в сравнении с фактической динамикой индекса ММВБ и портфеля, сформированного исключительно из безрисковых активов.



Рис. 1. Сравнительная динамика инвестиционных портфелей.

На основании графического анализа был сделан следующий ключевой вывод: эффективность модели Марковица и ее модификаций данных подходов сохраняется лишь на стабильно растущем рынке. На волатильном рынке сформированные портфели принесли значительные убытки. Таким образом, доказано, что применяемые в тестируемых моделях подходы к оценке риска не отвечают современным и актуальным требованиям к управлению рисками инвестиционных портфелей;

2. Разработаны концептуальные положения использования критерия минимизации рыночного риска для формирования инвестиционного портфеля на основе анализа модели оценки капитальных активов (САРМ).

Критерий минимизации рыночного риска как ключевого требования к формированию инвестиционного портфеля сформулирован в диссертации на основе результатов второй части выше обозначенного эксперимента, в которой была протестирована модель оценки капитальных активов САРМ на российском фондовом рынке.

САРМ отличается от подхода Марковица тем, что модель отдельно рассматривает величину рыночного риска ценной бумаги. Портфель российских акций, сформированный в

соответствии с оценками, полученными с применением модели SARМ, продемонстрировал лучшую динамику по итогам всей серии экспериментов.

Минимизация рыночного риска портфеля ценных бумаг является наиболее важным критерием включения ценных бумаг в портфель. Результаты, продемонстрированные в ходе тестирования SARМ, доказывают важность разработки подходов к управлению и минимизацией рыночного риска при инвестировании в российские активы.

3. Разработана модель формирования структурированных инвестиционных продуктов, позволяющая управлять рыночным риском портфеля ценных бумаг.

В диссертации разработана модель принятия инвестиционных решений, позволяющая **управлять** рыночным риском портфеля ценных бумаг. На основании модели формируются структурированные инвестиционные продукты (СИПы). Под структурированным инвестиционным продуктом принято понимать стратегию управления инвестиционным портфелем, сформированную посредством комбинации опционных контрактов с фьючерсами, акциями, облигациями, свопами и пр. Структурированные инвестиционные продукты позволяют управлять рыночным риском инвестиционного портфеля, фиксируя его в момент приобретения активов в портфель. Подобный эффект достигается за счет включения в состав СИПа опционов, которые ограничивают потенциальную величину убытка СИПа величиной затрат на их приобретение в том случае, если они не исполняются.

Помимо опционов в состав классического СИПа включаются облигации надежных эмитентов, принимаемые в качестве безрискового актива. За счет купонного дохода частично компенсируются расходы на приобретение опционов, что минимизирует максимальный убыток в том случае, если опционы не исполняются.

Доходность СИПа зависит от доходности базового актива по опционам и теоретически ничем не ограничена, как и в случае с акциями. Де-факто в качестве ориентира доходности по данному типу инвестиционных инструментов целесообразно принимать уровень доходности банковского депозита.

Разработанная модель формирования СИПов позволяет formalизовать процесс выбора активов в СИП и повысить эффективность процесса.

Стоимость активов СИПа должна быть максимизирована и может быть рассчитана по следующей формуле:

$$A_t = -risk \cdot I + \sum_{i=1}^n REVENUE_{it} + B \cdot (1 + r_f), \text{ где:}$$

A_t – стоимость активов СИПа в момент времени t ;

I – объем инвестиций;

$risk$ – фиксируемый уровень риска в процентах от объема инвестиций, $risk = const$;

r_f – безрисковая ставка;

t – момент времени, дата исполнения опциона;

B – сумма, инвестированная в безрисковые инструменты: $B = \frac{I \cdot (1 - risk)}{1 + r_f}$;

$REVENUE_{it}$ – доход по опциону i в момент времени t : $REVENUE_{it} = (\max[P_{it} - S_i; 0]) \cdot opt_i$, где:

P_{it} – цена базового актива i в момент времени t ;

P_{i0} – цена базового актива i в момент времени 0 ;

S_i - страйк опциона с базовым активом i ;

opt_i – количество приобретаемых опционов с базовым активом i .

Количество приобретаемых опционов зависит от стоимости опционов и суммы денежных средств, направляемой на приобретение опционов, и может быть выражено из следующего равенства:

$$\sum_{i=1}^n (P_{opt_i} \cdot opt_i) = I - B, \text{ где:}$$

P_{opt_i} – цена опциона с базовым активом i . Цена опциона рассчитывается в соответствии с моделью Блэка-Шоулза.

Доходность СИПа должна превышать безрисковую ставку. Задача максимизации стоимости активов СИПа в момент времени t сводится к решению задачи максимизации $REVENUE_{it}$, для чего требуется выполнение следующей системы требований:

$$\begin{cases} P_{it} - S_i \rightarrow \max \\ opt_i \rightarrow \max \end{cases}$$

В соответствии с требованиями необходимо решение задачи оптимизации портфеля базовых активов по опционам, представляющей собой модифицированную задачу Марковица при учете дополнительных ограничений, направленных на минимизацию стоимости опционов и полученных посредством анализа модели Блэка-Шоулза:

$$\begin{cases} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{P_{it}}{P_{i0}} - 1 \right) \cdot x_i \right) \geq \frac{r_f}{k}; \\ x_i \geq 0; \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1; \\ P_{it}, P_{i0}, S_i \geq 0; \\ P_{i0} \leq S_i \ll P_{it} \end{cases}, \text{ где}$$

x_i – доля базового актива в портфеле базовых активов, причем:

$$P_{opt_i} \cdot opt_i = x_i \cdot \sum_{i=1}^n P_{opt_i} \cdot opt_i;$$

k – коэффициент участия в росте базового актива:

$$k_i = \frac{-risk \cdot I + \sum_{i=1}^n REVENUE_{it} + B \cdot (1 + r_f)}{\left(\frac{I}{\left(\frac{P_{it}}{P_{i0}} \right)} \right)}$$

Доходность портфеля базовых активов должна превышать уровень $\frac{r_f}{k}$, что является следствием требования к доходности СИПа, математически которую представить можно через коэффициент участия:

$$\text{Доходность СИПа} = \frac{A_t}{I} - 1 = \sum_{i=1}^n (k_i \cdot \left(\frac{P_{it}}{P_{i0}} - 1 \right)) \geq r_f$$

Модель формирования структурированного инвестиционного продукта видоизменяется в том случае, если структурированный продукт ориентирован на снижение стоимости базовых активов. Иными словами, опционную часть СИПа составляют put-опционы. В этом случае доход по опциону рассчитывается следующим образом:

$$REVENUE = (\max[|P_{it} - S_i|; 0]) \cdot opt_i$$

Задача оптимизации портфеля базовых активов принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min; \\ \left| \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{it}}{P_{i0}} - 1 \right) \cdot x_i \right| \geq \frac{r_f}{k}; \\ x_i \geq 0; \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1; \\ P_{it}, P_{i0}, S_i \geq 0; \\ S_i \leq P_{i0} \end{array} \right.$$

Рыночный риск структурированных инвестиционных продуктов выражается через коэффициент бета и может быть описан следующим образом:

$$\exists P_{opt} < S \Rightarrow \beta_{SIP} = 0;$$

$$\exists P_{opt} \geq S \Rightarrow \beta_{SIP} = k, k \geq 0$$

На основании вышеприведенной модели разработана унифицированная методика формирования СИПа:

1 шаг: определение базового актива. Инвестор или лицо принимающее решение при выборе базового актива должны руководствоваться не только ожидаемым потенциалом прироста его стоимости, но и критериями ликвидности и наличия ликвидных опционных контрактов на данный актив.

2 шаг: определение объема инвестиций.

3 шаг: фиксация уровня риска. Уровень риска в большинстве случаев варьируется в диапазоне от нуля до 10%, однако, возможны конструкции СИПов предусматривающих больший риск.

4 шаг: приобретение активов.

Первая часть суммы инвестиций направляется на приобретение активов, принимаемых за безрисковые.

Вторая часть суммы инвестиций направляется на приобретение опционов.

5 шаг: продажа безрисковых активов. Осуществляется непосредственно накануне даты планируемой экспирации опционов.

6 шаг: принятие решения об исполнении опционов

В момент экспирации исполняется опцион In-The-Money, фиксируется прибыль. Опцион Out-of-The-Money не исполняется, фиксируется убыток, равный суммарной стоимости опционов, скорректированный на доход от облигаций или депозита.

В зависимости от базового актива, входящие в структуру СИПа опционы могут быть как европейскими, так и американскими. В качестве дополнения к методике автором разработан алгоритм управления активами СИПа в зависимости от времени экспирации опционов:

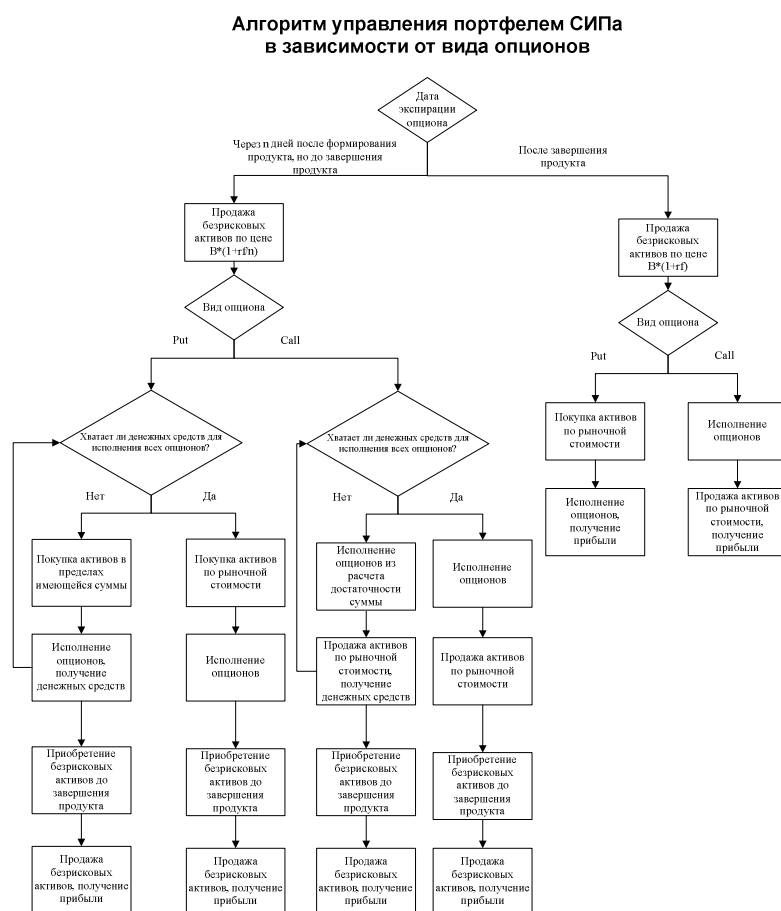


Рис. 2. Алгоритм управления портфелем СИПа в зависимости от вида опционов.

Тестирование модели в MS EXCEL продемонстрировало ее практическую эффективность.

Таблица 1

Результаты тестирования эффективности СИПов.

	СИП риск 0%	СИП риск 5%	СИП риск 10%	Банковский депозит	Базовый актив
Максимальная доходность, % годовых	10,8%	11,0%	16,0%	6,0%	16,0%
Доходность на момент завершения продукта, % годовых	6,4%	-1,2%	-2,8%	6,0%	3,2%
Риск, %	0,0%	5,0%	10,0%	0,0%	-20,3%

Важно отметить, что эффективность СИПа во многом зависит от верного выбора базового актива. Данное решение необходимо принимать в соответствии с анализом рыночной конъюнктуры, фундаментального и технического анализа базовых активов. Важно, что поскольку структурированные инвестиционные продукты формируются на определенный срок, равный сроку действия опциона, в момент завершения СИПа необходимо производить пересмотр инвестиционного портфеля в соответствии с изменяющимися рыночными и конъюнктурными тенденциями.

В диссертации предложен альтернативный подход, позволяющий повысить доходность структурированных инвестиционных продуктов. В соответствии с моделью Гордона предложено замещение безрискового актива акциями с легко прогнозируемыми дивидендными выплатами.

СИПы, значительно выходя за рамки классического брокериджа, являются привлекательной альтернативой банковскому депозиту и обладают высоким маркетинговым потенциалом, что повышает их ценность для розничного сегмента бизнеса инвестиционного банка или брокерской компании.

4. Разработан алгоритм автоматической торговой системы, основанный на рыночно-нейтральном подходе к инвестициям и позволяющий исключить влияние рыночного риска на стоимость портфеля ценных бумаг.

Идея разработки рыночно-нейтральной стратегии восходит к исследованию специфики коэффициента бета, использованного ранее при тестировании модели CAPM. Суть простейшей рыночно-нейтральной стратегии заключается в подборе портфеля активов, коэффициент бета которого равняется или близок к нулю. Рыночно-нейтральная инвестиционная стратегия предполагает отсутствие зависимости ценовых изменений

инвестиционного портфеля от ценовых изменений рынка в целом. Иными словами, рыночно-нейтральная стратегия позволяет игнорировать рыночный риск, сопутствующий трендовым стратегиям.

В диссертации разработан алгоритм парного трейдинга. Теоретической основой парного трейдинга служит концепция коинтеграции, предложенная эконометристами Грэнджером и Энглом в 1980-х гг.

В соответствии с концепцией, акции с высоким коэффициентом корреляции должны схожим образом реагировать на одни и те же события. Однако в определенные периоды может наблюдаться временное расхождение спреда стоимости сильно коррелирующих акций, не связанное с влиянием фундаментальных факторов на их стоимость. Длинная покупка отстающей ценной бумаги в совокупности с короткой продажей опережающей ценной бумаги позволяют сформировать рыночно-нейтральный портфель, рассчитанный на возвращение спреда к устоявшемуся значению.

Проведение операций купли/продажи акций в рамках парного трейдинга возможно как внутри часа/нескольких часов/одного дня, так и без ограничения по времени. В первом случае в конце периода позиция принудительно закрывается даже в случае убыточности. Подобная стратегия позволяет выявить спекулятивные неэффективности рынка внутри коротких временных периодов. Чем выше период, в рамках которого реализуется стратегия, тем больший на себя берет инвестор риск, связанный с возможностью изменения внутренней стоимости акций, объясняемого воздействием фундаментальных данных.

Исходящими данными алгоритма выступают:

- сигналы на одновременное открытие инвестиционных позиций в паре акций;
- сигналы на одновременное закрытие инвестиционных позиций в паре акций;
- значения ребалансировки долей ценных бумаг в инвестиционном портфеле.

Входящими данными являются:

- исторические данные котировок акций, принимаемых в обеспечение в соответствии с правилами биржи;
- исторические данные значений фондового индекса;
- исторические данные по объему торгов акциями
- период инвестирования;
- методика расчета фильтра для оценки отклонений.

Таким образом, алгоритм позволяет на основании вводных данных построить стратегию управления рыночно-нейтральным инвестиционным портфелем, реализация которой возможна в рамках автоматической торговой системы.

Основные положения алгоритма:

1. Исторические данные импортируются из публичных информационных источников: Reuters, Yahoo.Finance, Bloomberg, Finam.
2. Акции, не включенные в списки принимаемых в обеспечение ценных бумаг, не могут использоваться в инвестиционном портфеле;
3. Коинтегрированная пара активов выбирается на основе анализа матрицы коэффициентов частной корреляции.
4. Период инвестирования выбирается в соответствии с ликвидностью акций, оцениваемой по объему биржевых торгов.
5. Рассчитываются переменные:

$Ratio = \frac{P_A}{P_B}$, где P_A и P_B – цены акций A и B , выбранных в качестве

коинтегрированной пары;

$SMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} Ratio_{t-i}$ - простая скользящая средняя, используемая по умолчанию в

качестве фильтра.

6. Определяются на основании технического и/или статистического анализа уровни отклонения $Ratio$ от SMA : u и d .

7. Правила открытия позиций:

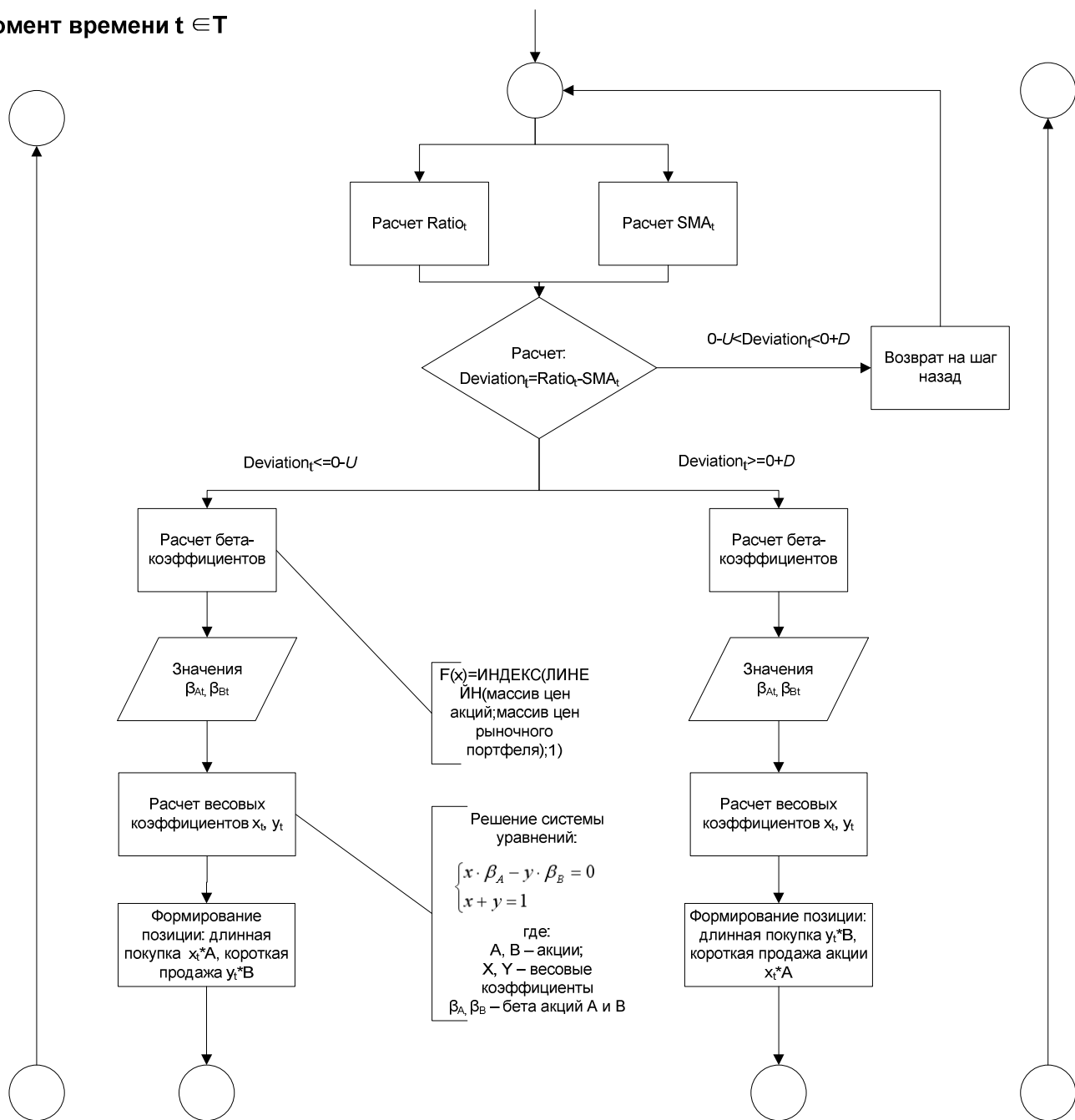
Момент времени $t \in T$ 

Рис. 3. Алгоритм правила открытия позиций

8. Правила закрытия позиций и ребалансировки портфеля:

Момент времени $(t+n) \in T$,
 $n=1,2,3,\dots,T-t-1$

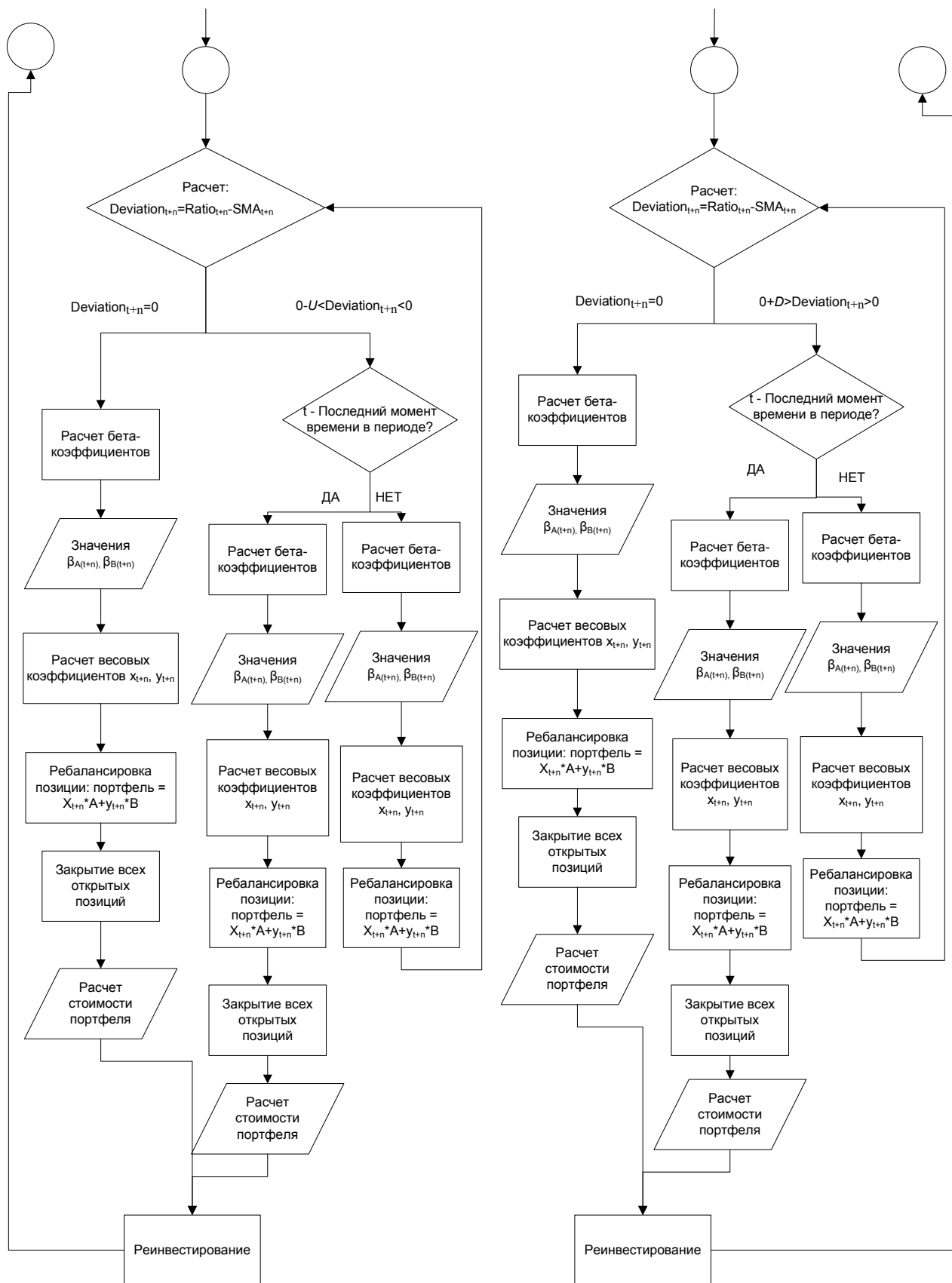


Рис. 4. Алгоритм правила закрытия позиций.

Лучшей практической реализацией стратегии парного трейдинга является создание автоматической торговой системы, основанной на разработанном алгоритме. Данный подход имеет следующие преимущества:

- программные средства позволяют производить регулярный перерасчет постоянно меняющихся данных: непостоянство бета-коэффициента и вытекающее из-за этого непостоянство распределения долей между акциями;
- программные средства позволяют открывать/закрывать инвестиционные позиции внутри малых временных промежутков, посредством чего минимизируются риски убытков, связанных с фундаментальными воздействиями на стоимость акции;
- программные средства позволяют тестировать вариации алгоритма в историческом масштабе, посредством чего возможно построение наиболее эффективного алгоритма для конкретной пары активов.

Тестирование алгоритма в среде Wealth Lab продемонстрировало эффективность предложенной методики.

Таблица 2

Результаты тестирования алгоритма в среде Wealth Lab

Инструмент инвестиций	Доходность 01.08.2011 - 10.06.2013
Парный трейдинг Бета-нейтральный	8,82%
Парный трейдинг	7,37%
Индекс ММВБ	-22,45%
Сбербанк АО	-4,82%
Сбербанк АП	-11,99%

Таким образом, формирование инвестиционных портфелей, основанных на нейтральности к рыночному риску, и применение автоматических торговых систем является высокоэффективной альтернативой традиционному подходу к портфельному инвестированию.

В ходе апробации торговой системы выявлены следующие элементы алгоритма, возможности оптимизации которых могут стать предметом дальнейших научно-практических исследований:

- выбор фильтра;
- уровни отклонения фильтра от соотношения цен акций, используемые в качестве сигналов для открытия/закрытия позиций.

Внедрение в линейку инвестиционных продуктов автоматических торговых систем на основе парного трейдинга целесообразно для брокерских компаний, поскольку позволяет максимизировать брокерскую комиссию при минимизации трудозатрат. Данная ниша в российском инвестиционном бизнесе до сих пор остается незанятой и развивается лишь ограниченным кругом лиц. В этой связи широкомасштабное предложение нейтральных к риску стратегий со стороны брокерских компаний значительным маркетинговым потенциалом, итогом реализации которого может стать существенное увеличение притока розничных инвесторов.

5. Разработана методологическая база проведения экспериментального компьютерного тестирования эффективности управления инвестиционными портфелями.

Разработанные в диссертации модели и алгоритмы управления инвестиционными портфелями потребовали индивидуальных подходов для проведения тестирования их эффективности на основе бэк-тестинга.

Методики тестирования применены в среде MS Excel и Wealth Lab. Результатом тестирования явились полученные и выше приведенные оценки эффективности разработанных моделей и алгоритмов.

III. ПЕРЕЧЕНЬ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Копосов В.И., Ильин И.В. Альтернативные формы инвестиций на высоковолатильном рынке в условиях высоких процентных ставок // Научное издание «Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета. Экономические науки» №6 (161), 2012. –СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2012. -289 с. Стр. 145-152.
2. Копосов В.И., Ильин И.В., Ростова О.В. Моделирование и алгоритмизация нейтральных к рыночному риску стратегий // РНЖ «Экономика и управление» №1 (87), 2013. –СПб.: Изд-во Российского научного журнала, 2013. -125 с. Стр. 90-95.
3. Копосов В.И., Ильин И.В. Модель оптимизации портфеля активов в структурированных инвестиционных продуктах // РНЖ «Экономика и управление» №7 (93), 2013. –СПб.: Изд-во Российского научного журнала, 2013. -114с. Стр. 49-54.
4. Копосов В.И., Ильин И.В. Нейтральные к рыночному риску инвестиционные стратегии на фондовом рынке // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд: сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. –Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2013. -238 с. Стр. 162-167.
5. Копосов В.И. Оценка инвестиционной привлекательности компаний на рынке акций // Сборник научных трудов XV международной научно-практической конференции

«Системный анализ в проектировании и управлении» часть II. –СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2011. -314 с. Стр. 106-108.