

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

На правах рукописи

Проскуряков Иван Михайлович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОРГОВЫХ
МОДЕЛЕЙ АРБИТРАЖА НА РЫНКАХ
ДОЛГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ
ДЕРИВАТИВОВ**

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Панова Светлана Анатольевна,
доктор технических наук, доцент

Москва – 2020

Диссертация представлена к публичному рассмотрению и защите в порядке, установленном ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» в соответствии с предоставленным правом самостоятельно присуждать ученые степени кандидата наук, ученые степени доктора наук согласно положениям пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Публичное рассмотрение и защита диссертации состоится 03 февраля 2021 года в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Финансового университета Д 505.001.116 по адресу: Москва, Ленинградский проспект, д. 55, Зал заседаний ученых советов.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу 125993, ГСП-3, Москва, Ленинградский проспект, д. 49, комн. 200 и на официальном сайте Финансового университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу www.fa.ru.

Персональный состав диссертационного совета:

председатель – Рубцов Б.Б., д.э.н., профессор;
заместитель председателя – Криничанский К.В., д.э.н., доцент;
ученый секретарь – Панова С.А., д.техн.н., доцент;

члены диссертационного совета:
Алифанова Е.Н., д.э.н., профессор;
Аюпов А.А., д.э.н., профессор;
Ершов М.В., д.э.н.;
Миркин Я.М., д.э.н., профессор.

Автореферат диссертации разослан 23 октября 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Финансового университета Д 505.001.116,
д.техн.н., доцент

Панова Светлана Анатольевна

I Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. В условиях нестабильности финансовых рынков и высокой степени неопределенности относительно будущих процентных ставок возрастает потребность в рыночно-нейтральных стратегиях, способных генерировать доход при любой динамике рынка. Такую возможность предоставляет арбитраж, исследуемый в работе в своих различных формах.

Долговые инструменты представляют собой, с одной стороны, – средство мобилизации финансовых ресурсов, а с другой – объект спекулятивной торговли и инвестиций. Рынок долговых инструментов является крупнейшей частью мирового рынка ценных бумаг. В этом сегменте оперируют институциональные игроки (инвестиционные фонды и банки, пенсионные фонды, коммерческие банки, страховые компании), а также частные трейдеры и инвесторы.

Участники рынка при принятии решения о сделке могут следовать тем или иным стратегиям, которые определяются их целями и отношением к риску. Общий характер целей участников рынка в конечном счете связан с максимизацией прибыли при минимизации возможных рисков.

Класс пассивных стратегий строится на принципе «купи и держи». Инвестор пассивного подхода занимается поиском надежных облигаций, имеющих предсказуемый доход и, как правило, удерживает позиции не меньше года или до погашения.

Активному инвестору, который следует активным стратегиям, свойственна более высокая частота сделок, позиции на изменение абсолютного или относительного уровней процентной ставки, а также постоянный мониторинг и использование рыночных неэффективностей. Активные стратегии преследуют альфу, т.е. доходность, превышающую среднерыночную, что обуславливает интерес к ним среди более терпимых к риску участников рынка.

Рыночный риск на рынках долговых инструментов и их деривативов связан с абсолютным уровнем процентных ставок, изменения которого во

многим определяются политикой центральных банков государств. Активные стратегии подразделяются на те стратегии, которые подвержены рыночному риску и на те, которые ему не подвержены, т.е. рыночно-нейтральные. Арбитраж представляет собой основной класс рыночно-нейтральных стратегий.

Рост и развитие российского рынка долговых инструментов, возникновение новых производных финансовых инструментов способствует привлечению капитала хедж-фондов, применяющих арбитражные стратегии. Усиление присутствия арбитражеров на финансовом рынке служит благоприятным условием для повышения его ликвидности и информационной эффективности.

Под торговой моделью понимается алгоритмизованная торговая стратегия, генерирующая автоматические торговые решения. Потребность в достижении более высоких доходностей при меньших рисках, чем у существующих торговых моделей, предопределила тему данного исследования.

Степень разработанности темы исследования. Существует обширная литература отечественных и зарубежных авторов, посвященная теории и методологии портфельной политики в области ценных бумаг. Вопросы портфельного менеджмента исследовали такие российские авторы, как А.Н. Буренин, А.Т. Алиев, К.В. Сомик, Т.Б. Бродникова, Д.А. Галанов, М.Л. Сирунян, В.Н. Дейнега, А.А. Ермолеко, М.Е. Капитан, Е.И. Шапкин, А.Г. Карбовский, Б.М. Митин, О.В. Хмыз, В.В. Ковалев, А.И. Куев, В.З. Шевлоков и Е.В. Петрова, а также зарубежные авторы Дж. Лиу, В. Бансали, Ф. Лонгстафф, У. Шарп, Г. Марковиц, В. Чен, Х. Чунг, К. Хо, Т. Хсю, Дж. Александер, У. Экхард, Л. Виллиамс, Ф. Фабоцци, Б. Грэм, Дж. Сорос, А. Дамодаран, Ф. Модильяни, Р. Додд, А. Миллер и Дж. Кейнс.

Торговые стратегии статистического арбитража моделировались в исследованиях таких авторов, как С.Н. Володин, И.А. Коченков, В.С. Липатников, С.Г. Ломджария, П.А. Мазуровский, Т.С. Маркова, Е. Гатев, К. Андрэйд, В. Пиетро, М. Сишолс, М. Перлин, Б. До, Р. Фафф, Д. Боуэн, М. Хатчинсон, Н. О'Салливан, Дж. Энгелберг, П. Гао, Р. Ягэнэтен.

Что же касается арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов (*fixed income arbitrage*), то в данном русле объем литературы значительно уже, и исследования российских авторов в академической печати отсутствуют. Прибыльность арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов исследовали К. Чуа, Т. Кох, К. Рамасвэми, Дж. Дюарт, Ф. Лонгстафф, Ф. Йу, Л. Ходкинсон, Дж. Вэллс, Дж. Ду, Дж. Жэнг, Т. Манчини-Гриффоли и А. Раналдо.

Вместе с тем, вопросы теоретической систематизации, включая типологию стратегий и рисков арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, а также пути совершенствования существующих торговых моделей остаются недостаточно исследованными.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка усовершенствованных торговых моделей арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, которые позволят добиться более выгодных характеристик риска и доходности, чем у существующих торговых моделей арбитража на данных рынках.

Цель исследования обусловила постановку следующих **задач**:

1. Составить типологию стратегий арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, которая послужит основой для создания торговых моделей, релевантных для тестирования на исторических данных.

2. Выделить риски, с которыми сталкивается арбитражер, классифицировать их по степени контролируемости, предложить методы минимизации частично контролируемых рисков и разработать балльную систему оценки риска и доходности торговых моделей.

3. Провести сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости арбитража, а также оценить опыт применения статистического арбитража и арбитража, основанного на кредитных моделях, на современных рынках.

4. Предложить усовершенствованные торговые модели арбитража на рынках государственных облигаций и фьючерсов на государственные облигации

и провести оптимизацию параметров торговых моделей с помощью алгоритма дифференциальной эволюции с точки зрения максимизации коэффициента Шарпа.

5. Протестировать торговые модели арбитража на внеоптимизационном периоде, чтобы выявить наиболее результативные модели и рынки с помощью разработанной балльной системы оценки риска и доходности, а также оценить эффект от добавления созданных торговых моделей арбитража в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты, на основе чего предложить рекомендации для инвесторов.

6. Выявить характеристики, присущие наиболее эффективным торговым моделям на основе анализа влияния факторов ликвидности и поставочных опционов на эффективность торговых моделей.

Объектом исследования является арбитраж как разновидность портфельной политики на рынках долговых инструментов и их деривативов.

Предметом исследования является комплекс теоретических и методических вопросов, связанных с совершенствованием торговых моделей арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов.

Научная новизна исследования. Научная новизна результатов исследования состоит в расширении теоретических знаний в области арбитражной торговли на рынке ценных бумаг, а также в разработке усовершенствованных торговых моделей арбитража.

Основными новыми научными результатами являются следующие:

1. Разработана типология арбитражных стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов с выделением новых видов арбитража, предполагающих группировку типов арбитражных стратегий по уточненным критериям. Типология позволяет смоделировать арбитражные стратегии с выбором подходящих финансовых инструментов и методов хеджирования для тестирования на исторических данных (С. 28-51).

2. Составлена классификация рисков арбитражных стратегий, разделяющая риски арбитражера на неконтролируемые и частично

контролируемые, для которых предложены методы их минимизации. Классификация позволяет арбитражеру реалистично оценивать угрозы для своего бизнеса и сосредоточиться на управлении теми рисками, для которых это возможно (С. 52-66).

3. Проведен сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража, на основании которого был сделан вывод, что рассматриваемые зарубежные рынки предпочтительнее для арбитража, но в то же время менее однородный уровень ликвидности среди финансовых инструментов в России создает для нее благоприятные перспективы в некоторых нишах арбитражного бизнеса (С. 68-71; 77-78; 122-123).

4. Разработаны две торговые модели арбитража – одна для рынка государственных облигаций, другая для рынка фьючерсов на государственные облигации. Их более высокая эффективность по критериям риска и доходности по сравнению с уже существующими моделями для соответствующих рынков доказана с помощью обратного тестирования на оптимизационной и внеоптимизационной выборках и разработанной балльной системы оценки эффективности моделей (С. 104-124; 126-127).

5. Выявлены отличительные свойства связей доходности более эффективных торговых моделей со стоимостью поставочных опционов и ликвидностью используемых инструментов по сравнению со свойствами тех же связей у менее эффективных торговых моделей, что позволило установить критерии селекции наиболее эффективных торговых моделей (С. 130-136).

6. Доказан положительный эффект от добавления инвестиций в предложенные торговые модели в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Г.М. Марковица (С. 124-127).

Теоретическая значимость исследования состоит в доказательстве Гипотезы адаптивных рынков (далее – ГАР), в развитии представлений о видах, типах и рисках арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов,

а также в развитии методов оптимизации, тестирования и оценки эффективности торговых моделей.

Практическая значимость исследования состоит в том, что разработанные торговые модели позволят участникам рынка активизировать свою деятельность и заработать прибыль. Это повысит ликвидность, эффективность российского рынка долговых инструментов и их деривативов, а также снизит его волатильность. Разработанные торговые модели могут способствовать развитию индустрии хедж-фондов в России, что привлечет иностранный капитал, а также могут быть использованы российскими арбитражерами на зарубежных финансовых рынках, что может обеспечить приток валюты в Россию. Добавление инвестиций в торговые модели ценового коэффициента (далее – ЦК) в портфель корпоративных облигаций позволяет улучшить инвестиционные характеристики портфеля.

Методология и методы исследования. Методология данного исследования включает в себя общенаучные методы, такие как системный анализ, сравнительный и ретроспективный анализ, классификация, группировка, обобщение, индукция и дедукция. Специфические методы данного исследования включали в себя анализ относительной стоимости финансовых инструментов, машинное обучение, обратное тестирование, математическое моделирование и статистические методы обработки данных, такие как регрессионный и корреляционный анализ. Оптимизация параметров торговых моделей проводилась методом дифференциальной эволюции, а эффективность торговых моделей оценивалась с помощью балльной системы оценки на основе показателей, характеризующих доходность торговых моделей с поправкой на риск. Параметры оптимального портфеля, содержащего инвестиции в предлагаемые торговые модели, были рассчитаны в соответствии с моделью Г.М. Марковица.

Информационная база исследования включает в себя труды российских и зарубежных ученых, полнотекстовые базы Elsevier, EBSCO, базу данных терминала Bloomberg и архивные данные Московской биржи.

Область исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с п. 6.4. «Теория и методология проблемы портфельной политики в области ценных бумаг», п. 6.6. «Развитие теоретических и практических основ биржевой политики и биржевой торговли» и п. 6.8. «Методология оценки доходности финансовых инструментов» Паспорта научной специальности 08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки).

Положения, выносимые на защиту:

1. Расширенная и уточненная типология арбитражных стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов с двумя новыми видами типов арбитражных стратегий – арбитраж на рынке негосударственного долга и интернациональный арбитраж (С. 28-51).

2. Классификация рисков арбитражных стратегий по критерию их контролируемости с предложением метода минимизации частично контролируемых рисков (С. 52-66).

3. Балльная система оценки риска и доходности торговых моделей арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов (С. 119-124).

4. Усовершенствованная оптимальная торговая модель арбитража кривой доходности на основе сравнения спотового спреда доходности со скользящим средним спреда периода за несколько месяцев (от 5 до 13) для выявления арбитражных возможностей и установки минимальной величины отклонения от среднего, служащего триггером для открытия позиций. Оптимальная модель является более совершенной по сравнению с кумулятивной моделью, так как она приносит большую доходность без увеличения волатильности, и наибольшую эффективность дает арбитражная торговля долговыми инструментами с разницей в сроке погашения не более 1 года, как показало обратное тестирование (С. 104-111).

5. Торговая модель ЦК статистического арбитража на рынках фьючерсов на государственные облигации с четырьмя оптимизируемыми параметрами. ЦК показала свое превосходство над моделью предшественников (модель Куинна) на дневных и часовых данных, что было выявлено благодаря разработанной

балльной системе оценки моделей, включающих четыре синтетических показателя, характеризующих риск и доходность, и в то же время, добавление инвестиций в предложенные торговые модели ЦК в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Г.М. Марковица создает дополнительный положительный экономический эффект (С. 112-120; 124-127).

6. Результат анализа применимости арбитража на рынках России, Италии и США. Выявлена предпочтительность рынков Италии и США для применения арбитража по сравнению с российским рынком (С. 68-71; 77-78).

7. Результаты регрессионного анализа влияния ликвидности и поставочных опционов на торговые модели. Торговая модель статистического арбитража, доходность которой имеет положительную зависимость от ликвидности (объема торгов) более ликвидного фьючерса и отрицательную зависимость от ликвидности менее ликвидного фьючерса, будет более эффективной, чем торговая модель, доходность которой не имеет указанной исторической связи, что обуславливается тем, что такая модель лучше улавливает и использует рыночные неэффективности, определяющиеся разницей в ликвидности торгуемых инструментов. Торговые модели, поведение доходностей которых больше зависит от влияния поведения цен поставочных опционов, будут более эффективными, что объясняется тем, что они лучше используют рыночную неэффективность, связанную с неправильной оценкой рынком поставочных опционов фьючерсов (С. 130-136).

Степень достоверности результатов исследования. Степень достоверности результатов исследования определяется репрезентативной выборкой, полученной из авторитетных баз данных – терминал Bloomberg и официальный интернет-сайт Московской биржи. Надежность показателей эффективности и параметров торговых моделей для рынков фьючерсов на государственные облигации подтверждается их тестированием в два этапа – на оптимизационном периоде (с подгонкой параметров) и внеоптимизационном

периоде (с заимствованием оптимальных параметров, подобранных на оптимизационном периоде).

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения диссертации нашли одобрение на международных конференциях: на XXIV Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, Агентство перспективных научных исследований, 31 марта 2017 г.); на Международной научно-методической конференции «Образование будущего: новые кадры для новой экономики» (Москва, Финансовый университет, 21-23 марта 2018 г.); на IX Международном научном студенческом конгрессе «Цифровая экономика: новая парадигма развития» (Москва, Финансовый университет, 12-26 апреля 2018 г.); на Международной научно-практической конференции «Научный поиск молодых исследователей» (Москва, Финансовый университет, 19 мая 2018 г.).

Материалы диссертации используются в практической деятельности АО «УК «Еврофинансы», в частности, по материалам исследования адаптируется для внедрения в стратегию управления собственными средствами компании разработанная в диссертации торговая модель статистического арбитража на рынках фьючерсов на государственные облигации с четырьмя оптимизируемыми параметрами, получившая наиболее высокие оценки по результатам апробации. Интерес представляет возможность получения дополнительного положительного экономического эффекта при добавлении инвестиций в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Марковица.

Материалы диссертационного исследования используются Департаментом финансовых рынков и банков ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» в преподавании учебных дисциплин «Анализ финансовых рынков» и «Управление портфелем и портфельные риски».

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами.

Публикации. Основные положения и выводы диссертационного исследования нашли отражение в 5 публикациях общим объемом 3,45 п.л. (весь объем авторский). Все работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации обусловлены целью, задачами и логикой исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 138 источников, и 3 приложений. Текст диссертации изложен на 172 страницах, содержит 14 рисунков, 27 таблиц и 25 формул.

II Основное содержание работы

1. Разработана расширенная типология арбитражных стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов с выделением новых видов арбитража, предполагающих группировку типов арбитражных стратегий по уточненным критериям.

На основе анализа значительного объема деловой и научной литературы, посвященной торговым стратегиям на финансовых рынках, была разработана типология стратегий арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, которая охватывает 17 типов стратегий, как видно в таблице 1.

Все типы стратегий распределены по четырем видам: арбитраж на рынке государственного долга, арбитраж на рынке негосударственного долга, интернациональный арбитраж и арбитраж на конвертируемых облигациях. Предлагаемая типология отличается от существующих своей полнотой и глубоким раскрытием теоретических и практических аспектов стратегий, в числе которых: хеджирование рисков, особенности используемых долговых инструментов и их деривативов, а также рыночные условия.

Предлагаемая типология позволяет смоделировать различные арбитражные стратегии с выбором подходящих финансовых инструментов и методов хеджирования для тестирования на исторических данных. Предлагаемая

типология арбитражных стратегий уникальна также тем, что выделен вид арбитража на рынке негосударственного долга, который основывается на корпоративных и муниципальных долгах, что актуально, так как кредитоспособность и стоимость долгового капитала у муниципалитетов, как и у корпораций, значительно отличается от соответствующих параметров у государства.

Таблица 1 – Типология арбитражных стратегий

1) Вид стратегий: арбитраж на рынке государственного долга				
Арбитраж базиса государственных облигаций	Арбитраж выпусков	Арбитраж кривой доходности – стипенер и флэтенер	Арбитраж кривой доходности – бабочка	Арбитраж стрипов (не для РФ)
2) Вид стратегий: арбитраж на рынке негосударственного долга				
Кредитный арбитраж	Индексный арбитраж (не для РФ)	Арбитраж базиса корпоративных облигаций	Арбитраж корреляции (не для РФ)	Арбитраж муниципальных облигаций (не для РФ)
3) Вид стратегий: интернациональный арбитраж				
Арбитраж интернационального кредитного спреда – ТЕД-спреда (не для РФ)	Арбитраж своп-спреда	Непокрытый процентный арбитраж	Покрытый процентный арбитраж	
4) Вид стратегий: арбитраж на конвертируемых облигациях				
Арбитраж денежного потока	Арбитраж волатильности			
Примечание – «не для РФ» означает неприменимость стратегии для рынка Российской Федерации.				

Источник: составлено автором.

Выделен новый вид арбитража – интернациональный арбитраж, к которому относится четыре стратегии. Это обусловлено тем, что две из четырех стратегий данного вида основываются на интернациональных кредитных спредах – ТЕД-спред и своп-спред (имеется в виду спред между ставками LIBOR-свопа и Трежериз), а другие две задействуют в своей реализации международный валютный рынок.

2. Составлена классификация рисков арбитражных стратегий, разделяющая риски арбитражера на неконтролируемые и частично контролируемые, для которых предложены методы их минимизации.

Было выявлено 12 видов риска, которым подвержены арбитражеры на рынках долговых инструментов и их деривативов. В результате их анализа, представленного в таблице 2, шесть рисков были отнесены к группе частично контролируемых рисков, для которых предложены методы их минимизации. Шесть других рисков отнесены к неконтролируемым рискам.

Для шести рисков, классифицированных как «частично контролируемые», предложены методы минимизации.

Предлагаемая классификация рисков позволяет арбитражеру реалистично видеть угрозы для своего бизнеса и сосредоточиться на управлении теми рисками, для которых это возможно.

Таблица 2 – Классификация рисков арбитражных стратегий

Частично контролируемые риски (метод минимизации)	Неконтролируемые риски
Специфический риск (диверсификация)	Риск хвостового события
Модельный риск (проверка моделей на исторических данных)	Риск недоступности заемного финансирования
Риск балансовой ликвидности (соблюдение уровня достаточности с адекватным запасом прочности)	Риск выводов денег инвесторами
Риск рыночной ликвидности (селекция инструментов)	Риск «заражения»
Кредитный риск (селекция инструментов, хеджирование)	Риск избегания рисков конкурентами
Риск процентной ставки (динамическое хеджирование)	Риск недостаточного объема совокупного капитала, задействованного в арбитражном бизнесе

Источник: составлено автором.

3. Проведен сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража.

Впервые был проведен сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража.

Сравнение проходило по шести параметрам, а каждый параметр включал в себя от одного до восьми показателей, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение ключевых параметров рынков по данным 2018 г.

Параметр	Показатель	Россия vs Италия	Италия vs Россия	США vs Италия
Риск	Волатильность рынка акций, %	25,77	28,73	21,00
	Волатильность рынка облигаций, %	4,27	5,12	4,37
	Кредитный рейтинг страны (SnP)	BBB-	BBB	AA
	CDS на страну, б.п.	149,45	279,70	17,40
	Общий индекс CDS на корпорации, б.п.	245,50	322,60	92,07
	Волатильность национальной валюты, %	12,96	6,94	6,90
	Инфляция, %	3,50	1,60	2,50
	Дефицит/профицит бюджета к ВВП, %	-1,50	-2,30	-3,50
Ликвидность	Объем рынка облигаций, млрд долл.	464	2945	40303
	Объем рынка акций, млрд долл.	623,42	587,31	32120,70
	Средний размер выпуска гос. облигаций, млн долл.	999	3176	3793
	Монетизация экономики, %	43	91	74
Капитал потенциальных инвесторов	ВВП на душу населения, долл.	10950	34349	62517
	Количество долларовых миллионеров, чел.	189500	274200	5284600
Объем арбитражного капитала	Хедж-фонды, кол-во	48	294	3300
	Активы под управлением хедж-фондов, млрд долл.	3,43	3,60	2232,00
Финансовая грамотность населения	Исследование S&P доли финансово грамотных, процент от взрослого населения	38	37	57
Доступность финансовых инструментов	Кол-во инструментов (долговые и их деривативы)	11	17	20
П р и м е ч а н и е – Светлый фон цифры означает превосходство страны, а темный – отставание.				

Источник: составлено автором.

Для анализа выбраны рынки стран, на которых в исследовании тестировались разработанные торговые модели арбитража на фьючерсах на государственные облигации.

В таблице 3 светлый цвет сигнализирует о более благоприятном показателе, чем у страны, с которой идет сравнение. Темный цвет сигнализирует о менее благоприятном показателе, чем у страны, с которой идет сравнение.

Хедж-фондам привлекательнее, на первый взгляд, заниматься арбитражем на зарубежных рынках, особенно в США.

По пяти из восьми показателей таблицы 3, характеризующих параметр «риск», рынок России превосходит рынок Италии, что говорит о нем, как о менее рискованном. Также имеет место превосходство рынка России по параметру «финансовая грамотность».

Однако на этом превосходство заканчивается, и российский рынок проигрывает итальянскому по параметрам «ликвидность», «капитал потенциальных инвесторов», «объем арбитражного капитала» и «доступность финансовых инструментов» со счетом 1:3, 0:2, 0:2 и 0:1 соответственно. США же по всем параметрам превосходит и рынок России, и рынок Италии.

Это привело к выводу, что на данном этапе итальянский рынок долговых инструментов и их деривативов более предпочтителен для статистического арбитража, чем российский. Однако, более низкая ликвидность российского рынка может создавать больше премий для некоторых арбитражных стратегий, что говорит об интересных перспективах для арбитражеров на рынке России.

В результате анализа нормативных документов выявлено, что оптимальной организационно-правовой формой для хедж-фонда в современных российских условиях является интервальный паевой инвестиционный фонд финансовых инструментов.

На основе анализа опыта применения статистического арбитража и в т.ч. арбитража, основанного на кредитных моделях, был сделан вывод, что, поскольку не всякий вид статистического арбитража генерирует сверхприбыль, арбитражерам следует формировать торговые модели после подтверждения их

исторической эффективности на конкретных рынках с конкретными инструментами, а также применять сложные модели ценообразования типа кредитных моделей CG и EDF, которые дадут конкурентное преимущество по сравнению с большинством участников рынка.

Далее будет переход к главным практическим результатам исследования, т.е. к усовершенствованным торговым моделям. Сначала представляется важным отметить, что основной теоретической предпосылкой усовершенствованных торговых моделей была Гипотеза адаптивных рынков, впервые предложенная профессором MIT Э.В. Ло в 2004 году.

Диссертационное исследование опирается на следующие три ключевые следствия Гипотезы адаптивных рынков:

1) на рынке часто существуют неэффективности. Арбитраж и систематическое извлечение избыточных доходностей после поправки на риск – возможны;

2) более сложные торговые модели позволяют достигнуть конкурентного преимущества и имеют более долгий жизненный цикл;

3) инновации и адаптивность к меняющимся рыночным условиям – ключевые принципы для формирования эффективных и более совершенных торговых моделей арбитража.

4. Разработана торговая модель арбитража кривой доходности для рынка российских облигаций ОФЗ.

Как было выявлено, единственная торговая модель арбитража кривой доходности на рынке государственных облигаций, опубликованная ранее в академической печати, – это кумулятивная модель.

Предлагаемая модель отличается от кумулятивной тем, что безусловный спред рассчитывается в виде n-месячного простого скользящего среднего рыночного спреда доходности, что позволяет рассматривать справедливое значение в динамике и более гибко подстраиваться под изменения рынка. В кумулятивной модели база для расчета безусловного (среднего) спреда

рассчитывалась за весь прошедший период данных и увеличивалась кумулятивно со временем по мере поступления новых данных.

Второе отличие предлагаемой торговой модели состоит в том, что сравнивается с безусловным спредом не спред форвардных ставок, а простой текущий спред спотовых ставок.

Третье отличие предлагаемой модели в том, что выявляются и где необходимо задаются оптимальные уровни триггера на открытие позиций (стипенер или флэтенер), т.е. величины отклонения спотового спреда от безусловного спреда, которые дают сигнал об открытии позиции на возврат спреда к среднему.

Результаты обратного тестирования на данных облигаций ОФЗ доказали большую эффективность оптимальной (предлагаемой) торговой модели арбитража кривой доходности. Коэффициенты Шарпа и средний выигрыш/проигрыш у оптимальной модели выше, чем у кумулятивной модели по пяти из семи анализируемых пар облигаций.

Представляется важным отметить следующие обстоятельства. Во-первых, положительная доходность по большинству пар говорит о существовании арбитражных возможностей. Во-вторых, предлагаемая торговая модель более сложна, так как имеет два оптимизируемых параметра в отличие от кумулятивной модели. В-третьих, предлагаемая торговая модель превосходит по эффективности модель предшественников благодаря тому, что имеет оптимизируемые параметры, и ее основной индикатор – скользящее среднее спреда доходности, что позволяет ей более гибко и динамично подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия. Данные факты подтверждают ГАР в ее трех ключевых следствиях.

5. Разработана балльная система оценки риска и доходности торговых моделей арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов.

В ходе исследования была разработана торговая модель статистического арбитража ЦК (ценового коэффициента) на рынке фьючерсов на

государственные облигации, которая описана ниже. А также была разработана балльная система оценки эффективности моделей.

Были выбраны четыре показателя (коэффициенты Шарпа, Омега, Кальмара и асимметрия/куртозис), которые представляют полную картину риска, доходности и свойств статистического распределения рядов доходностей торговых моделей. Все четыре показателя предполагают, что чем выше их значение, тем эффективнее соответствующая торговая модель.

Для сравнения моделей ЦК и Куинна на дневных (часовых) данных рассчитывалось среднеарифметическое значение каждого показателя по всем парам ЦК (Куинна) на оптимизационном и внеоптимизационном периодах дневных (часовых) данных. За превышение по среднему коэффициенту Шарпа на оптимизационном периоде торговой модели присваивался 1 балл, по остальным трем показателям – 0,5 балла, а конкурирующей торговой модели, соответственно, 0 баллов. За превышение по среднему коэффициенту Шарпа на внеоптимизационном периоде торговой модели присваивалось 2 балла, а по остальным показателям – 1 балл, а конкурирующей торговой модели, соответственно, 0 баллов.

Затем подсчитывалась сумма баллов на обоих периодах, и торговая модель, набравшая больше баллов на дневных (часовых) данных, признавалась более эффективной на дневных (часовых) данных.

Более высокая значимость внеоптимизационного периода обусловлена тем, что сделки на нем наиболее приближены к реальным торгам.

Методика сравнения рынков (Россия-Италия, США-Германия) аналогична сравнению торговых моделей (ЦК-Куинна), однако следует отметить, что для расчета среднего показателя по рынку учитывают все пары рынка по каждой торговой модели.

6. Разработана торговая модель ЦК статистического арбитража на рынках фьючерсов на государственные облигации с четырьмя оптимизируемыми параметрами, эффективность которой была оценена с помощью разработанной балльной системы оценки.

Ценовой коэффициент, который является основным индикатором торговой модели ЦК, представляет собой отношение цен фьючерсов, торгуемых в паре.

Торговая модель ЦК наглядно представлена в таблице 4.

Б. Куинн с соавторами впервые предложили торговую модель статистического арбитража непосредственно для рынка фьючерсов на государственные облигации, которая использовалась как бенчмарк. Ее основным индикатор – $MEAN_S$, т.е. среднее значение спреда цен фьючерса 1 и фьючерса 2 ($F1-F2$) рассчитываемое за период обучения PER [первый оптимизируемый параметр] дней (часов), и остающееся зафиксированным в течение TRA [второй оптимизируемый параметр] рабочих дней (часов). По истечении TRA дней (часов) $MEAN_S$ пересчитывается в соответствии с последними PER дней (часов) и задается постоянным на очередные TRA дней (часов). Всего модель Куинна имеет четыре оптимизируемых параметра с учетом коэффициентов триггера и стоп-приказов.

Таблица 4 – Торговая модель ЦК

Триггер	Инструмент	Действие	Объем
$P1/P2 < SMA(n_SMA) - SD(n_SD) * n$	F1	Покупка	1
	F2	Продажа	$1 * \beta$
$P1/P2 > SMA(n_SMA) + SD(n_SD) * n$	F1	Продажа	1
	F2	Покупка	$1 * \beta$
$SMA(n_SMA) - SD(n_SD) * n \leq P1/P2 \leq SMA(n_SMA) + SD(n_SD) * n$	F1	Заккрытие всех позиций	Все открытые позиции
	F2		
<p>Примечания</p> <p>1 P1 – цена фьючерса F1. 2 P2 – цена фьючерса F2. 3 $SMA(n_SMA)$ – скользящее среднее ценового коэффициента P1/P2 за n_SMA дней. 4 $SD(n_SD)$ – стандартное отклонение ценового коэффициента P1/P2 за n_SD дней. 5 n – количество стандартных отклонений. 6 β – коэффициент при P2 скользящей регрессии P1 к P2.</p>			

Источник: разработано автором.

Была протестирована эффективность торговых моделей ЦК и Куинна на дневных (рынки – Россия, Италия) и часовых (рынки – США, Германия) данных цен фьючерсов на корзины государственных облигаций. Первая половина

выборки использовалась для оптимизации, а вторая половина выборки для проверки надежности и эффективности подобранных комбинаций оптимальных параметров. Оптимизация параметров торговых моделей ЦК проводилась методом дифференциальной эволюции с точки зрения максимизации аннуализированного коэффициента Шарпа. Оптимизация модели Куинна проходила путем перебора всех комбинаций с заданием минимального шага для параметров.

Как видно из таблиц 5 и 6, торговая модель ЦК значительно превзошла по эффективности модель предшественников как на дневных, так и на часовых данных в соответствии с балльной системой оценки.

Рынок России показал себя более результативным, чем рынок Италии, что связано, вероятно, с премией за более низкую и менее однородную ликвидность на российском рынке. Рынок США показал большую результативность при применении торговых моделей статистического арбитража, чем рынок Германии, что связано с разным уровнем волатильности процентных ставок.

Таблица 5 – Сравнение результативности торговых моделей на дневных данных рынков России и Италии

Период	Оптимизационный				Внеоптимизационный			
	ЦК		Куинна		ЦК		Куинна	
Торговая модель	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.
-								
Средний коэффициент Шарпа	2,22	1	0	1,57	1,39	2	0	0,42
Средний коэффициент Омега	2,88	0,5	0	1,74	1,64	1	0	1,17
Средний коэффициент Кальмара	18,24	0,5	0	4,77	4,01	1	0	0,98
Среднее асимметрия/куртозис	0,067	0	0,5	0,099	0,052	0	1	0,053
Итого баллов за период	-	2	0,5	-	-	4	1	-
Итого баллов за 2 периода	6		1,5		-			

Источник: составлено автором на основе данных: Bloomberg: Bloomberg Terminal : the official website. – URL: <https://www.bloomberg.com/professional/support/software-updates/> (дата обращения: 20.12.2018). – Текст : электронный; Московской биржи: Фьючерсы на корзины ОФЗ на Московской бирже. Графики и данные : официальный сайт. – 2018. – URL: <https://futofz.moex.com/ru/graph.aspx> (дата обращения: 16.09.2020). – Текст : электронный.

Исходя из вышеизложенных положений и результатов, констатируется следующее. Во-первых, арбитражные возможности существуют. Во-вторых, предлагаемая торговая модель ЦК более сложна. В-третьих, уровни триггеров у модели ЦК, которые зависят от скользящего стандартного отклонения, позволяют динамично подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия в виде меняющейся волатильности инструментов, а гибкая концепция хеджирования позволяет подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия в виде меняющегося коэффициента бета. Таким образом, результат, говорящий о превосходстве предлагаемой торговой модели ЦК, подтверждает Гипотезу адаптивных рынков в ее трех ключевых следствиях.

Таблица 6 – Сравнение результативности торговых моделей на часовых данных рынков США и Германии

Период Торговая модель	Оптимизационный				Внеоптимизационный			
	ЦК		Куинна		ЦК		Куинна	
-	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.
Средний коэффициент Шарпа	6,31	0	1	6,49	3,53	2	0	-0,02
Средний коэффициент Омега	2,26	0,5	0	1,57	1,58	1	0	1,03
Средний коэффициент Кальмара	55,90	0	0,5	100,2	29,79	1	0	2,45
Среднее асимметрия/куртозис	0,069	0,5	0	0,059	-0,006	0	1	0,023
Итого баллов за период	-	1	1,5	-	-	4	1	-
Итого баллов за 2 периода	5		2,5		-			

Источник: составлено автором на основе данных: Bloomberg: Bloomberg Terminal : the official website. – URL: <https://www.bloomberg.com/professional/support/software-updates/> (дата обращения: 16.09.2020). – Текст : электронный.

7. Выявлены отличительные свойства связей эффективности более эффективных торговых моделей со стоимостью поставочных опционов и ликвидностью используемых инструментов по сравнению со свойствами тех же связей у менее эффективных торговых моделей, что позволило установить критерии селекции наиболее эффективных торговых моделей.

Был рассчитан индекс ликвидности каждого фьючерса на ОФЗ, после чего был проведен регрессионный анализ, который показал, что торговая модель статистического арбитража, доходность которой имеет положительную

зависимость от ликвидности (объема торгов) более ликвидного фьючерса и отрицательную зависимость от ликвидности менее ликвидного фьючерса, будет более эффективной, чем торговая модель, доходность которой не имеет указанной исторической связи, что обуславливается тем, что такая модель лучше улавливает и использует рыночные неэффективности, определяющиеся разницей в ликвидности торгуемых инструментов.

За показатель, представляющий стоимость поставочного опциона, вшитого во фьючерсный контракт, был взят нетто-базис относительно облигации CTD корзины, рассчитываемый как валовый базис, скорректированный на кэрри.

В результате построения линейных регрессий доходностей торговых моделей к ценам поставочных опционов (нетто-базисов CTD используемых корзин торгуемых пар) был определен коэффициент корреляции коэффициентов детерминации данных регрессий и коэффициентов Шарпа соответствующих торговых моделей равным 45,70%, на основе чего был сделан вывод, что торговые модели, поведение доходностей которых больше зависит от влияния поведения цен поставочных опционов, будут более эффективными, что объясняется тем, что они лучше используют рыночную неэффективность, связанную с неправильной оценкой рынком поставочных опционов фьючерсов.

Данные результаты подтверждают третье ключевое следствие ГАР, так как более эффективными оказываются те модели, которые лучше адаптированы к изменяющимся рыночным условиям и факторам ценообразования, которые проявляются в поведении объемов и цен поставочных опционов.

8. Доказан положительный эффект от добавления инвестиций в предложенные торговые модели в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Г.М. Марковица.

Была оценена дополнительная стоимость от добавления торговых моделей ЦК на рынке фьючерсов на ОФЗ к существующей пассивной портфельной стратегии. Для этого использовалась модель оптимального портфеля Г.М. Марковица, основоположника современной портфельной теории.

Пассивный портфель был представлен индексом совокупного дохода корпоративных облигаций Московской биржи. Как видно из показателей коэффициента Шарпа, портфель из четырех активов (одного пассивного портфеля и торговых моделей для трех пар) и на оптимизационном (обозначен как IS), и на внеоптимизационном (обозначен как OOS) периодах позволил добиться более высоких результатов, чем при инвестировании в каждый актив в отдельности, что отражено в таблице 7.

Таким образом, было доказано, что добавление инвестиций в предложенные торговые модели ЦК в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Г.М. Марковица создает дополнительный положительный экономический эффект.

Таблица 7 – Эффективность портфеля моделей ЦК и индекса корпоративных облигаций на оптимизационном и внеоптимизационном периодах

-	ОФЗцк4-6	ОФЗцк6-10	ОФЗцк2-15	СВИТР	Портфель
Вес	0,2395	0,0803	0,0532	0,6268	1,0000
Коэффициент Шарпа (IS)	3,38	3,57	2,43	1,01	5,16
Коэффициент Шарпа (OOS)	3,44	1,32	0,02	4,01	4,89

Источник: составлено автором на основе данных: Bloomberg: Bloomberg Terminal : the official website. – URL: <https://www.bloomberg.com/professional/support/software-updates/> (дата обращения: 20.12.2018). – Текст : электронный; Московской биржи: Фьючерсы на корзины ОФЗ на Московской бирже. Графики и данные : официальный сайт. – 2018. – URL: <https://futofz.moex.com/ru/graph.aspx> (дата обращения: 16.09.2020). – Текст : электронный.

III Заключение

Цель данной работы, которая состояла в создании усовершенствованных торговых моделей арбитража на отечественных и зарубежных рынках долговых инструментов и их деривативов, которые имеют более выгодный профиль риска и доходности, чем уже разработанные торговые модели, была достигнута, а необходимые сопутствующие задачи – выполнены.

В ходе исследования были развиты и обогащены представления о видах, типах и рисках арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, а также об оценке эффективности торговых моделей.

Результаты работы, в особенности предлагаемая торговая модель арбитража кривой доходности и торговая модель статистического арбитража ЦК, имеют очевидное практическое значение с точки зрения повышения эффективности работы профессиональных управляющих инвестиционных фондов и других участников финансового рынка, особенно в условиях нестабильности. К теоретической значимости результатов работы следует отнести доказательство Гипотезы адаптивных рынков.

Представляются перспективными дальнейшие направления исследований в сфере моделирования справедливой стоимости корпоративных и государственных облигаций с помощью моделей кредитного риска, кривой доходности, в т.ч. нейросетевых моделей, и оценки эффективности их использования при арбитраже относительной стоимости.

IV Список работ, опубликованных по теме диссертации

*Публикации в рецензируемых научных изданиях,
определенных ВАК при Минобрнауки России:*

1. Проскуряков, И.М. Институциональные аспекты стимулирования инновационных процессов на фондовом рынке России / И.М. Проскуряков // Инновации и инвестиции. – 2017. – № 3. – С. 25-29. – ISSN 2307-180X.

2. Проскуряков, И.М. Совершенствование торговой модели арбитража кривой доходности на рынке ОФЗ / И.М. Проскуряков // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 9. – С. 143-147. – ISSN 2307-180X.

3. Проскуряков, И.М. Особенности отдельных видов арбитража и типология арбитражных стратегий / И.М. Проскуряков // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 1. – С. 116-121. – ISSN 2307-180X.

4. Проскуряков, И.М. Анализ и классификация рисков арбитражных стратегий на рынке долговых инструментов / И.М. Проскуряков // Вестник Академии знаний. – 2019. – № 31(2). – С. 307-312. – ISSN 2304-3139. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://academiyadt.ru/zhurnal-vestnik-akademii-znanij-vaz-31-2-mart-aprel-2019/> (дата обращения: 17.10.2019).

5. Проскуряков, И.М. Improvement of statistical arbitrage trading models under the Adaptive Markets Hypothesis: the case of the Russian and Italian bond futures markets = Совершенствование торговых моделей статистического арбитража при Гипотезе адаптивных рынков на примере рынков фьючерсов на облигации России и Италии / И.М. Проскуряков // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 6(107). – С. 845-850. – ISSN 1999-2300.