

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Панова Светлана Анатольевна,
доктор технических наук, доцент

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОРТФЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ И АРБИТРАЖА.....	14
1.1 Гипотеза адаптивных рынков как предпосылка арбитража и совершенствования торговых моделей.....	14
1.2 Особенности портфельной политики, арбитража как ее элемента и типология арбитражных стратегий.....	24
1.3 Классификация рисков арбитражных стратегий.....	52
ГЛАВА 2 АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРГОВЫХ МОДЕЛЕЙ АРБИТРАЖА НА РЫНКАХ ДОЛГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ДЕРИВАТИВОВ.....	68
2.1 Сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража.....	68
2.2 Особенности современных подходов к статистическому арбитражу.....	78
2.3 Анализ моделей кредитного риска и их применения для арбитража.....	81
ГЛАВА 3 УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ТОРГОВЫЕ МОДЕЛИ АРБИТРАЖА НА РЫНКАХ ДОЛГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ДЕРИВАТИВОВ.....	104
3.1 Методология и результаты тестирования торговой модели арбитража кривой доходности.....	104
3.2 Статистический арбитраж на рынках фьючерсов на государственные облигации: сравнение результативности торговых моделей и рынков.....	112
3.3 Реализация предлагаемых торговых моделей при учете влияния факторов ликвидности и стоимости поставочных опционов.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	139
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	149

ПРИЛОЖЕНИЕ А Типология арбитражных стратегий.....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Параметры торговых моделей	169
ПРИЛОЖЕНИЕ В Показатели эффективности торговых моделей на оптимизационном периоде.....	171

ВВЕДЕНИЕ

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, в своих различных вариантах исследуемый в данной работе.

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 мы понимаем алгоритмизованную торговую стратегию, генерирующую 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 диссертационной работы 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 авторские 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 авторской 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 (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 (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. Авторская 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, обусловленные 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 и российских конференциях: на IX Международном научном студенческом конгрессе (Москва, Финансовый университет, 12-26 апреля 2018 г.); на Круглом столе «Будущее финансовых рынков и банков: взгляд поколения «Z» (Москва, Финансовый университет, 21-23 марта 2018 г.); на Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, Агентство перспективных научных исследований, 31 марта 2017 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».

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.

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОРТФЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ И АРБИТРАЖА

1.1 Гипотеза адаптивных рынков как предпосылка арбитража и совершенствования торговых моделей

Одна из самых спорных теорий в финансовой литературе – это Гипотеза эффективных рынков – ГЭР, предложенная Ю.Ф. Фамой [52]. Согласно данной гипотезе, рыночные цены финансовых активов полностью отражают всю связанную с ними информацию, и систематическое извлечение сверхприбылей, будь то с помощью технического или фундаментального анализа – невозможно.

После ее раннего принятия пережитые финансовые кризисы побудили задаться вопросом о валидности концепции информационно эффективных рынков на практике. ГЭР прошла множество тестов на проверку своей валидности на финансовых рынках, однако консенсус никогда не был достигнут. Это привело к поляризации взглядов в академической среде: с одной стороны – защитники ГЭР, а с другой – те, кто говорит, что на рынок влияют поведенческие иррациональности.

В попытке согласовать две данные школы мышления, Э.В. Ло предложил Гипотезу адаптивных рынков – ГАР [84], принимая во внимание человеческое поведение, которое воздействует на информационную эффективность рынков, с эволюционных позиций. Согласно ГАР, уровень информационной эффективности рынков зависит от способности участников рынка к адаптации к изменяющимся условиям рынка.

Свойственная ГЭР идея, что цены следуют случайному блужданию, обсуждалась такими, как, например, П.А. Самуэльсон, который объяснял хаотичность на основе примеров сельскохозяйственных товаров [115]. Однако Ю.Ф. Фама обсуждает это в контексте цен акций и выделяет категории Слабой формы, Средней формы и Сильной формы эффективности на рынках [52].

Центральной темой ГЭР, как это формулируется у Ю.Ф. Фамы, является инвесторская рациональность, благодаря которой цены всегда отражают всю доступную информацию.

Следствием ГЭР было то, что предсказуемость в ценах активов отсутствует, поскольку любое наблюдаемое изменение в ценах было результатом случайного события. Данное следствие не оставляет никакого поля для неправильно оцененных активов или сверхприбыльных возможностей, которые могли бы быть использованы инвесторами. Таким образом, с данных позиций, пассивная стратегия инвестирования в финансовые рынки гораздо более приемлема, чем формы активного управления.

Используя концепции ограниченной рациональности и удовлетворительности (выбранные варианты инвестиционных решений являются просто удовлетворительными, не обязательно оптимальными), обеспечиваемые и подкрепленные естественным отбором и методом проб и ошибок, Э.В. Ло описывает ГАР как новую версию ГЭР, выведенную через применение принципов эволюции к финансовым рынкам, в которых отражено столько информации, сколько диктуется комбинацией экономических условий с числом и природой отдельных групп участников рынка в экономике, или, говоря иначе – рыночной экологией [84].

Существуют определенные практические следствия ГАР. Первое следствие состоит в том, что соотношение риск-доходность в динамике зависит от предпочтений участников рынка и конкретной траектории рыночных цен за предыдущие несколько лет. Во-вторых, рыночная эффективность – это не постоянное состояние, но оно зависит от изменений популяции инвесторов. Это подчеркивает переменчивую рыночную эффективность при отсутствии какого-либо устойчивого тренда в сторону большей эффективности. В-третьих, арбитражные возможности существуют время от времени и уменьшаются по мере того, как они используются инвесторами, что, свою очередь генерирует новые возможности, которые создаются в результате изменений в рыночной экологии. В довершение ко всему, непериодическая циклическая прибыльность

инвестиционных стратегий, постулируемая ГАР, говорит о том, что конкретная стратегия будет высокоэффективной при одной рыночной среде и низкоэффективной при другой среде. Вывод из данного следствия состоит в том, что различные факторы ценообразования могут вести себя как факторы риска время от времени, таким образом выражаясь в превосходных доходностях в течение одного периода и в негативных доходностях в течение другого периода.

Непериодическая циклическая прибыльность инвестиционных стратегий оправдывает устремления тех участников рынка, которые ищут методы, основанные на техническом, фундаментальном анализе или анализе относительной стоимости, позволяющие использовать рыночные неэффективности. Таким образом, получает основания фокус на активном портфельном управлении.

В строгих рамках концепции ГЭР финансовые кризисы не должны возникать и не могут быть объяснены, поскольку активы всегда правильно оценены благодаря способности цен активов полностью отражать всю доступную информацию. Р.Дж. Шиллер говорит о том, что рассмотрение рыночной эффективности как статичной, может привести к некорректным интерпретациям информационного содержания цен [118]. Э.В. Ло отмечает пример существенного снижения в числе хедж-фондов, занимающихся арбитражем относительной стоимости на рынке долговых инструментов и их деривативов после 1998 г., но затем вновь появившихся по мере того, как результативность данной инвестиционной стратегии улучшилась.

Э.В. Ло цитирует доказательство Р.Дж. Шиллера относительно переменчивой рыночной эффективности, измеряемой через скользящую автокорреляцию первого порядка индекса S&P Composite с января 1871 г. по апрель 2003 г., представляя периоды в 1950-х годах, когда рынок был более эффективным, чем в ранних 1990-х годах [83; 84]. Э.В. Ло утверждает, что стремление к равновесию (или рыночной эффективности) не гарантировано и даже не является вероятным. Это говорит о гораздо более гибкой характеристике рыночной эффективности.

Через концепцию переменчивой эффективности ГАР представляет проверяемое следствие изменяющейся со временем предсказуемости доходности зависящим от рыночных условий (таких как обвалы, пузыри, экономические бумы и спады), в которых природа доходностей ценных бумаг меняется со временем. Принцип неперiodической циклической прибыльности говорит о том, что инвестиционная стратегия способна стать высоко прибыльной после периода времени, когда она была оставлена, как устаревшая, ввиду ее бывших сниженных доходностей.

Началу любого финансового кризиса предшествует диспаритет между восприятием риска участниками рынка и фактическим риском, который они на себя берут. Данный диспаритет вызывается финансовыми условиями и инновациями, с которыми существующие участники рынка никогда не сталкивались, что снижает их способность адаптировать свое поведение соответственно. Э.В. Ло говорит о том, что рыночные пузыри создаются ввиду подобной и часто возникающей нарушенной связи с реальностью, что, таким образом, приводит к пониманию рынка как адаптивного, а не полностью эффективного или полностью иррационального [82].

Э.В. Ло отмечает там же, что ввиду динамической природы премий за риск и волатильностей, размещение активов в соответствии с адаптивными портфельными политиками было бы предпочтительным.

Э.В. Ло стремится осмыслить финансовый кризис 2007–2009 гг. в рамках концепции ГАР и, описывая ГЭР, представляет ее неполной, но не говорит о совершенном отвержении данной гипотезы [82]. Автор также приводит примерно шестидесятилетний период (с 1940-х годов по начало 2000-х годов), в котором волатильность была значительно приглушенной, и фондовый рынок США генерировал приблизительно линейную логарифмическую кумулятивную кривую роста, таким образом оправдывая предпочтение стратегии «купи и держи». Это говорит о превалировании ГЭР в периоды, когда рыночные условия стабильны и стационарны. Последний же сценарий рынка, напротив, гораздо более динамический и стохастический, что и выражается в более высоких

волатильностях, чем ранее наблюдалось, что, в свою очередь, способствует возникновению поведенческих закономерностей.

При данных условиях неопределенности в экономическом климате ГЭР становится менее внушающей доверия, а ГАР представляет собой логически последовательную концепцию с точки зрения инвестирования.

Эмпирические тесты относительно следствий ГАР на фондовых рынках, имеющих непосредственную ссылку на ГАР, начались с работы А. Тодиа с соавторами [127]. Они изучали прибыльность стратегий на основе скользящих средних для шести фондовых рынков Азиатско-Тихоокеанского региона, используя тест портманто и бикорреляционный тест на линейных/нелинейных корреляционных и некорреляционных окнах на данных за 1997–2008 гг. Они выявили, что прибыльность стратегий на скользящих средних не постоянна во времени, но эпизодична.

С.Дж. Нили с соавторами на основе обратного тестирования правил технического анализа на валютном рынке доказали ГАР в трех ее положениях: (1) прибыльные возможности обычно существуют на финансовых рынках; (2) силы конкуренции и обучения постепенно нивелирует эти возможности (что не мешает возникать новым, однако); (3) более сложные стратегии выживают дольше, чем простые [99]. Технические правила генерировали значительные избыточные доходности в 1970-х годах и 1980-х годах, однако почти сошли на нет в начале 1990-х годов у более простых правил, но не исчезли у более сложных неизученных правил технического анализа.

Дж.Х. Ким с соавторами предоставляют доказательство в пользу изменяющейся со временем предсказуемости доходности фондового рынка США, а также зависимости предсказуемости доходности от рыночных условий, используя критерий дисперсионного отношения, автоматический тест портманто и обобщенный спектральный тест на дневных данных индекса Доу-Джонс за целый век [71].

К.П. Лим с соавторами исследуют предсказуемость доходности трех главных индексов фондового рынка США в зависимости от времени, а именно индексов DJIA, S&P 500 и NYSE в виде дневных данных за 1969–2008 гг. [79].

Они выявили, что данные индексы располагают изменяющейся степенью предсказуемости доходности, используя автоматический тест портманто и самонастраивающийся автоматический критерий дисперсионного отношения. Они также находят существенное снижение предсказуемости доходности во время последних двух декад выборочного периода.

С. Попович с соавторами оценивают влияние периода наблюдения (эйфория и рецессия), уровня агрегации данных (дневные и недельные) и скользящего временного горизонта (размера окна) на эффективность Черногорского рынка акций, используя данные MONEX20 за 2004–2011 гг. [106]. Они определили, что все три фактора имеют влияние на степень рыночной эффективности, таким образом подтверждая концепцию ГАР – изменение рыночной эффективности со временем. Они использовали скользящее окно на коэффициентах автокорреляции первого порядка и на p -значении критерия серии.

А. Уркварт и Р. Хадсон тестируют независимость поведения фондовых рынков США, Великобритании и Японии, используя линейные (автокорреляция, критерий серии, критерий дисперсионного отношения) и нелинейные (Маклеода-Ли, Энгл LM и BDS) тесты на более чем пятидесятилетних дневных данных для всех трех фондовых рынков с пятилетним размером подвыборки [133]. На основе линейных тестов они находят, что фондовый рынок проходит через периоды эффективности и неэффективности, в то же время доказательство из нелинейных тестов говорит о изменяющейся со временем неэффективности.

М.М. Газани и М.К. Араги изучали адаптивное поведение доходностей на Тегеранской фондовой бирже, используя линейные (автоматический критерий дисперсионного отношения и автоматический портманто) и нелинейные (обобщенный спектральный и Маклеода-Ли) тесты на данных за период 1999–2013 гг. [59]. Они находят циклический паттерн зависимости и

независимости в доходностях ценных бумаг при обеих категориях тестов, что соответствует GАР.

Г.С. Хайрмат и Дж. Кумари исследовали поведение доходностей на Индийском фондовом рынке, используя линейные (автокорреляция, критерий серии, критерий дисперсионного отношения и множественный критерий дисперсионного отношения) и нелинейные (Маклеода-Ли, Тсзя, ARCH-LM, портманто и BDS) тесты на данных, покрывающих период 1991–2013 гг. Они находят, что линейные тесты поддерживают положение циклического паттерна между эффективностью и неэффективностью, в то время как нелинейные тесты говорят о изменчивых степенях нелинейности.

В. Манахов и Р. Хадсон используют специальную адаптивную форму обучающегося алгоритма на основе строго типизированного генетического программирования (Strongly Typed Genetic Programming), чтобы смоделировать различные искусственные фондовые рынки с присутствием трейдеров и применить этот алгоритм к историческим данным индексов FTSE 100, S&P 500 и Russell 3000 [87]. На основе нескольких эконометрических техник, включающих тест BDS, тест Каплана и показатель Херста они находят, что размер рынка и гетерогенность стилей обучения имеют результатом более эффективные и адаптирующиеся структуры финансового рынка. Данные результаты соответствуют принципу адаптивного поведения участников рынка, как это постулируется GАР, которая утверждает, что рыночная эффективность – это динамичный процесс, зависящий от контекста.

А. Уркварт и Ф. Макгроарти оценивают результативность четырех календарных аномалий (эффект дня недели, январский эффект, эффект границы месяца и эффект Халоуина) через подвыборку и анализ скользящего окна на дневных данных индекса DJIA за 1900–2013 гг., используя GARCH и тест Крускала-Воллиса. Они находят, что результативность всех четырех календарных аномалий изменяется во времени в зависимости от преобладающих рыночных условий, что соответствует GАР.

Согласно Э.В. Ло [83], основными компонентами ГАР являются следующие идеи:

- «(А1) Индивиды действуют в целях собственного интереса.
- (А2) Индивиды совершают ошибки.
- (А3) Индивиды учатся и адаптируются.
- (А4) Конкуренция является драйвером адаптации и инновации.
- (А5) Естественный отбор формирует рыночную экологию.
- (А6) Эволюция определяет рыночную динамику».

ГАР рассматривает финансовый рынок как экосистему, где группы инвесторов или инвесторы подобны разным видам, конкурирующим за ограниченные ресурсы, т.е. прибыли, что происходит в условиях изменяющейся среды (траектория рынка, технологии, демография, политика и т.д.).

На эффективных рынках инвесторы не делают ошибок, и на нем нет места адаптации и обучению, поскольку рыночная среда стационарна и всегда в равновесии. В рамках же концепции ГАР ошибки возникают часто, но индивиды способны обучаться на своих ошибках и соответствующим образом адаптировать свое поведение.

В отличие от ГЭР, ГАР не признает, что рынок находится в постоянном равновесии, но согласно ГАР рыночная динамика объясняется эволюционным процессом, который происходит в результате конкуренции между участниками рынка, их адаптации, естественного отбора (виды, имевшие ошибочные подходы к принятию решений, или которые не смогли адаптироваться к изменившейся среде, покидают рынок), а также ввиду прихода новых участников на место старых.

ГАР согласовывает две противоположные концепции, объясняющие природу финансовых рынков – ГЭР и поведенческие финансы. Последняя в отличие от ГЭР утверждает, что инвесторы ведут себя, в основном, иррационально, их поведение предсказуемо и объясняется психологическими особенностями. Путем моделирования поведения инвесторов как функции среды, в которой они находятся, ГАР приводит к пониманию, что эффективные

и иррациональные рынки – это две крайности, ни одна из которых не улавливает во всей полноте состояние рынка в какой-либо момент времени.

ГАР дополняет и развивает теорию ограниченной рациональности, предложенной нобелевским лауреатом Г. Саймоном в противовес неограниченной рациональности, подразумеваемой ГЭР [121]. Г. Саймон писал, что оптимизация стоит дорого и люди ограничены в вычислительных способностях, поэтому принимают лишь «удовлетворительные» для них решения, которые не обязательно являются «оптимальными».

Открытым оставался вопрос – как определяется точка, в которой оптимизирующее поведение индивида удовлетворительно и останавливается? Если такая точка определяется аналитически, по принципу достижения равенства маржинального дохода и маржинального расхода, то тогда оптимальное и рациональное решение известно и в теории Г. Саймона нет нужды.

ГАР дает ответ: такая точка определяется не аналитически, а путем проб и ошибок и через естественный отбор. Индивиды принимают торговые решения на основе их опыта и памяти наилучших догадок относительно того, что могло быть оптимальным, и они обучаются, получая положительную или отрицательную отдачу. Если такой отдачи нет, они не обучаются. Таким образом, индивиды разрабатывают эвристические методы для решения различных экономических задач, и до тех пор, пока ситуации для тех задач сохраняют стабильное состояние, эвристические методы в конечном счете адаптируются, чтобы генерировать приблизительно оптимальные решения.

Если, однако, среда меняется, то эвристические методы, подходящие для старой среды, вероятно, не будут подходить к новой, и в данном случае наблюдаются поведенческие нерациональности.

Упомянутые выше положения говорят о том, что ГЭР – это описание идеального сценария функциональности фондового рынка, однако реальный мир редко столь идеален. Финансовые рынки – это создание человеческих существ без каких-либо качественных ограничений в селекции участников рынка.

Данные участники рынка не всегда и не настолько рациональны, как это отражается в идеальной версии. Финансовые рынки, будучи побочным продуктом человеческой природы, располагают некоторыми сходствами в том, каким образом они себя ведут и развиваются в результате проб и ошибок своих участников на протяжении времени.

Эволюционный динамизм, предполагаемый ГАР, обуславливает изменчивость рыночной эффективности, т.е. рынок часто неэффективен и поведенческие нерациональности имеются в большом количестве, которые можно выгодно использовать.

Таким образом, очень важное для нашего исследования следствие из ГАР состоит в том, что арбитражные возможности существуют время от времени. Как заметили С. Гроссман и нобелевский лауреат Дж. Стиглиц (опять же в противовес ГЭР), если бы таких возможностей не было, то не было бы и мотива собирать соответствующую информацию и функция определения цен финансовыми рынками пришла бы к коллапсу [63].

С эволюционных позиций ГАР существование активных ликвидных финансовых рынков предполагает присутствие возможностей экономических прибылей. По мере того, как они используются, они исчезают. Однако, новые возможности также непрерывно создаются по мере того, как определенные виды инвесторов отмирают, другие рождаются, а институциональные и деловые условия меняются.

Мы опираемся на следующие ключевые следствия ГАР:

1. На рынке существуют неэффективности. Арбитраж и систематическое извлечение избыточных доходностей с поправкой 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 (алгоритмизованных торговых стратегий) арбитража.

В третьем ключевом следствии ГАР мы видим основную теоретическую предпосылку усовершенствованных торговых моделей арбитража, сформулированных в третьей главе: предлагаемые нами торговые модели арбитража превосходят по эффективности модели предшественников, благодаря тому что, они имеют более гибкие индикаторы, триггеры, концепции хеджирования и большее количество оптимизируемых параметров, что позволяет им более динамично адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям. Полученные нами результаты, как мы увидим, доказывают ГАР в ее трех ключевых следствиях.

1.2 Особенности портфельной политики, арбитража как ее элемента и типология арбитражных стратегий

Под портфельной политикой мы понимаем деятельность по формированию портфеля финансовых инструментов и его управлению.

Базовыми элементами портфельной политики являются инвестиционные стратегии, которыми участники рынка руководствуются при принятии решений о входе и выходе из позиций. Стратегии портфельной политики подразделяются на два вида: пассивные и активные.

Пассивные стратегии базируются на принципе «купи и держи» и ГЭР.

В контексте рынка долговых инструментов (облигаций), А.Т. Алиев и К.В. Сомик [3, с. 97-98] выделяют три типа пассивных стратегий: метод индексного фонда, «лестница» и «купить и держать до погашения».

Одной из главных концепций, на которых базируются пассивные стратегии, является современная портфельная теория. Отправной точкой портфельной теории является роль, которую играют индивидуальные активы в инвестиционном портфеле из нескольких активов для снижения риска. Портфельная теория входит в фундаментальные основы современной финансовой теории, а также широко используется для достижения разумного компромисса между риском и доходностью в инвестиционных портфелях.

До публикации современной портфельной теории Г.М. Марковицем в 1952 г. в статье «Портфельная селекция» [90] при конструировании портфеля инвесторы были сфокусированы на оценке риска и доходности отдельных активов. Инвестиционные решения были основаны на выявлении активов с наивысшей доходностью при минимальном риске, которые и включались в инвестиционный портфель.

Г.М. Марковиц же предлагает иной подход, называемый «диверсификация», при котором создание портфеля производится после оценки совокупного риска возможных вариантов совокупных портфелей, в отличие от создания портфелей из отдельных predetermined активов в predetermined пропорциях. Таким образом, акцент ставится на взаимосвязях характеристик активов, нежели на непосредственных характеристиках каждого актива.

В 1990 г. Г.М. Марковиц вместе с М. Миллером и У. Шарпом получили Нобелевскую премию по экономике за их работу по портфельной теории.

Модель оптимизации портфеля Г.М. Марковица – это математическая концепция для составления портфеля активов таким образом, чтобы ожидаемая доходность портфеля была максимизирована при заданном уровне риска, определяемом как волатильность (дисперсия или стандартное отклонение) доходности портфеля.

Идея диверсификации Г.М. Марковица обусловлена тем, что с увеличением количества активов в портфеле соответствующее количество ковариаций становится значительно больше, чем количество активов, и, следовательно, волатильность (риск) портфеля будет все больше зависеть от ковариации между активами, чем от риска индивидуальных активов.

Эта модель подходит для большинства практических ситуаций, а также она достаточно проста для теоретического анализа и количественных решений. Данная модель носит имя своего создателя – Г.М. Марковица, но также в обиходе часто называется моделью Среднего-Дисперсии (Mean-Variance).

Модель Г.М. Марковица базируется на нескольких следующих допущениях касательно поведения инвесторов и финансовых рынков [77, с. 165-166]:

- вероятностное распределение возможных доходностей на некоторый период удержания позиций может быть оценено инвесторами;
- инвесторы имеют функции полезности на один период, при которых они максимизируют полезность в рамках принципа уменьшающейся предельной полезности богатства;
- изменчивость в возможных значениях доходности используется инвесторами для измерения риска;
- инвесторы заботятся только о средней доходности и дисперсии доходностей своих портфелей на протяжении определенного периода;
- ожидаемая доходность и риск измеряются инвесторами посредством первых двух моментов вероятностного распределения доходностей – ожидаемым значением и дисперсией;
- доходность востребована; риск избегается;
- финансовые рынки не имеют трения;
- транзакционные издержки и налоги отсутствуют.

Параметрическая оптимизация по модели Г.М. Марковица [89] имеет математическое представление в виде системы уравнений в соответствии с формулой (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \max E(r_p) = \max \sum_{i=1}^n \omega_i \mu_i, \\ \min \sigma_p = \min \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}}, \\ 0 \leq \omega_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n, \\ \sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \end{array} \right. \quad (1)$$

где $E(r_p)$ – ожидаемая доходность портфеля;

ω_i – это процент капитала, который будет инвестирован в актив i ;

μ_i – ожидаемая доходность на актив i ;

σ_{ij} – ковариация между доходностями активов i и j ;

σ_p – стандартное отклонение доходности портфеля.

Что касается активных стратегий, то мы считаем, что их существует два основных типа: направленные стратегии и арбитраж.

Направленные стратегии – это стратегии, которые подвержены рыночному риску. Они могут быть основаны на техническом и фундаментальном анализе, предполагать игру на повышение или понижение, но их результат будет зависеть от общего движения рынка, такого как снижение или повышение уровня процентных ставок.

Арбитраж является рыночно-нейтральной торговой стратегией, т.е. доходности таких стратегий имеют значительно более низкую корреляцию с доходностями рынка, чем у направленных стратегий.

Под арбитражной сделкой мы имеем в виду позицию по спреду (разнице между доходностями/ценами двух связанных или идентичных активов), которая защищена от рыночного риска, однако не всегда исключает все риски абсолютно. Отличительным свойством арбитража является комбинация короткой и длинной позиций.

В арбитражных стратегиях задействована значительная часть капитала хедж-фондов, суммарный объем которого составляет 3,18 трлн долл. США [64]. Это объясняется тем, что арбитраж позволяет избавиться инвестиционный портфель от подверженности рыночному риску, а также тем, что он удобен для алгоритмизации, т.е. создания торговой модели, которая позволяет исключить субъективные аналитические суждения из процесса принятия торговых решений.

Мы разделяем арбитраж на две основные группы – чистый арбитраж и арбитраж относительной стоимости. Теоретически, чистый арбитраж подразумевает генерацию прибыли без риска. Когда два эквивалентных актива торгуются по разным ценам, то это представляет собой ситуацию для чистого

арбитража. В связи с рынком долговых инструментов и их деривативов подобный арбитраж может иметь место при достаточных отклонениях от пут-колл паритета опционов, покрытого процентного паритета, а также отклонениях цены фьючерса на единичную облигацию от спотовой цены той же облигации.

Возможности чистого арбитража редки, однако арбитражеру, который приемлет некоторый риск, арбитраж относительной стоимости открывает широкий простор для возможностей извлечения прибыли. Суть арбитража относительной стоимости состоит в том, что по двум, а в некоторых случаях – по трем активам, которым свойственна устойчивая историческая взаимосвязь, в то время, когда данная взаимосвязь нарушена, открываются противоположные позиции. Прибыль реализуется арбитражерами, когда историческая взаимосвязь восстанавливается [10].

В данном параграфе мы остановимся на теоретических и практических аспектах существующих арбитражных стратегий с использованием долговых инструментов и их деривативов, которые будут служить основой для построения торговых моделей в данной диссертационной работе. Начнем с рассмотрения арбитража базиса государственных облигаций.

Мы следуем определению М. Чоудри, согласно которому базисом является разница между ценой фьючерсного контракта и текущей ценой базового актива на спот-рынке [34, с. 57].

Как указывает Б. Такмэн, фьючерсный контракт на государственные облигации предполагает, что государственная облигация, заявленная в контракте, будет поставлена покупателю фьючерса на дату экспирации [128, с. 374]. Как правило, контрагент, который должен совершить поставку ценных бумаг по фьючерсному контракту на государственные облигации, может выбрать для поставки любой выпуск облигаций, входящий в предварительно определенную корзину выпусков. Такая практика позволяет избежать «короткого сжатия» и сохранить рыночную ликвидность.

Как отмечает М. Чоудри, на дату экспирации подобного фьючерса наиболее выгодная облигация к поставке (cheapest-to-deliver, CTD) будет

поставлена [33, с. 245]. Каждому выпуску облигаций, входящему в корзину, назначается конверсионный коэффициент (CF), который является чистой стоимостью облигации (т.е. без НКД – накопленного купонного дохода), выраженной в доле к номиналу, при уровне доходности, который задается одинаковым для всех выпусков корзины. Согласно одному из способов определения, CTD является та облигация, которой соответствует наименьшее отношение цены соответствующего фьючерса, умноженной на CF и деленной на цену облигации на спот рынке. Цена фьючерса отслеживает стоимость CTD и при отсутствии арбитражных возможностей его цена на дату исполнения должна быть равна цене CTD, деленной на CF_{CTD} , то есть цены фьючерса и CTD должны сойтись. Неопределенность того, какая облигация будет CTD на дату экспирации открывает возможности прибыли для арбитражеров.

Цена поставочного опциона, содержащегося во фьючерсном контракте, зависит от вероятности изменения облигации CTD, а также времени поставки облигации в рамках месяца поставки. По сути, контрагент, имеющий короткую позицию по фьючерсному контракту, имеет в то же время длинную позицию по поставочному опциону. Наиболее сложный аспект оценки фьючерса на корзину выпусков облигаций – это измерение стоимости поставочного опциона. Менеджеры хедж-фондов создают разнообразные сложные математические модели, чтобы оценивать фьючерсный контракт.

Арбитраж базиса имеет целью извлечение прибыли из короткой продажи или покупки корзины государственных облигаций рынка спот с одновременной покупкой или короткой продажей соразмерного количества фьючерсных контрактов на государственные облигации.

Как правило, можно ожидать, что до поставки взаимосвязь между облигацией CTD и фьючерсом будет отслеживать уровни безубыточности. Следовательно, если цены фьючерсного контракта и облигации CTD расходятся, то соответствующие диспропорции склонны быть временными. Однако, по мере того как кривая доходности изменяется, статус CTD может перейти к другому выпуску облигаций в рамках поставочной корзины. Таким образом, арбитражер

базиса имеет рыночный риск, так как может оказаться, что он не имеет длинную и короткую позиции по сходящимся активам. Изменения в общем уровне процентных ставок или изменения формы кривой доходности могут также изменить облигацию CTD.

Как указано в работе Т. Бедера и К.М. Маршалла, арбитражеры, которые включают в свой портфель стратегию арбитража базиса государственных облигаций, как правило, имеют высокий левеидж [25, с. 107]. Требования по достаточности для таких позиций довольно низкие, поэтому не является необычным видеть для этой стратегии коэффициенты совокупного левеиджа порядка 25:1 и выше. Основным риском данной стратегии является недостаток конвергенции между фьючерсным и спотовым рынками. Даже если недостаток конвергенции временный, могут иметь место временные убытки, достаточно серьезные, чтобы заставить арбитражера с высоким левеиджем ликвидировать позиции для удовлетворения маржинальным требованиям. К некоторым причинам такой ситуации относится необычно крупный спрос на заимствование на спотовом рынке ценных бумаг, проданных коротко, или временно крупный институциональный интерес к покупке облигаций.

Арбитражер может торговать базисом государственных облигаций (на американском рынке – в т.ч. казначейских нот) любой срочности, для которых имеется ассоциированный фьючерсный контракт. Существует порядка двенадцати суверенных эмитентов, таких как США, Великобритания или Япония, которые имеют как минимум один выпуск со сроком погашения, по которому возможна активная торговля базисом. Некоторые арбитражеры рассматривают множество рынков и сроков погашения на предмет арбитражных возможностей. Другие же фокусируются на одном рынке и лишь на одном или двух сроках погашения.

Согласно наиболее распространенному среди практиков методов определения CTD, CTD – это облигация с самой высокой вмененной ставкой РЕПО. Мы используем определение Л. Мартеллини с соавторами, что вмененная ставка РЕПО – это ставка доходности, которая может быть заработана неким

инвестором, если бы он купил подходящую для поставки облигацию на спотовом рынке, финансировал эту позицию до поставки, и в то же время продал пропорционально взвешенное количество фьючерсных контрактов [91, с. 361]. Вмененная ставка РЕПО основывается на будущем доходе, который может быть достигнут при соответствующих текущей ставке срочного РЕПО, ценах облигаций и купонном доходе облигаций за время удержания указанной длинной позиции.

По мере того, как процентные ставки меняются, стоимость облигаций за вычетом расходов на финансирование до поставки по фьючерсным контрактам также изменяется. Изменения кривой доходности изменяют относительную стоимость облигаций в поставочной корзине. Это также изменяет чистые расходы на финансирование до срока поставки по фьючерсному контракту.

Мы согласны с мнением В. Бансали, что указанные положения означают, что никто не может с полной уверенностью рассчитывать, что определенная облигация будет являться CTD на срок поставки по фьючерсному контракту [26, с. 80]. Ввиду этого арбитражер обычно хеджируется от изменений процентных ставок с помощью других облигаций корзины, занимая в них позиции. Например, арбитражер базиса может занять короткие позиции в первых трех облигациях CTD против длинной позиции по фьючерсному контракту. Поскольку эти позиции являются ставками, или же синтетическими опционами на случай, если та или иная облигация окажется CTD, арбитражер может купить пут- и кол-опционы «вне денег» на облигации. Эти пут- и колл-опционы, будучи обращаемы на бирже, захеджируют позиции против изменений кривой доходности. Вероятность того, что кривая доходности изменится, или процентные ставки перейдут к тому или иному уровню, может быть рассчитана с точки зрения дисперсии цен, которая возникнет в течение времени до поставки. Арбитражер должен оценить эти вероятности и создать соответствующие хеджи.

Арбитражер базиса должен учесть все динамические изменения, которые могут произойти к датам поставки. Он должен также учесть текущие ставки РЕПО, котировки и стоимость опционов прежде чем убедиться, что имеет место

прибыльная возможность конвергенции базиса между фьючерсным и спотовым рынками облигаций.

Арбитраж выпусков предполагает сделки, сигналы для которых базируются на отклонениях искривлений кривой доходности, а не ее наклона. Е. Соколовска описывает, что этот вид арбитража подразумевает операции с облигациями, у которых близкие сроки погашения [122, с. 66]. Его эффективность определяется факторами, связанными с циклами размещений. Арбитраж между ходовыми (on-the-run) и неходовыми (off-the-run) тридцатилетними T-Bonds (Казначейские облигации США) – это типичный случай арбитража выпусков.

Арбитраж между неходовыми и ходовыми тридцатилетними T-Bonds имеет следующую архитектуру. В силу действий большой массы долгосрочных инвесторов уже через два-три месяца после выпуска тридцатилетних T-Bonds в обращении остается весьма мало бумаг соответствующего выпуска, в результате чего снижается их ликвидность. Тем временем, в очередном квартале Казначейство США осуществляет аукцион, предлагая новый выпуск тридцатилетних T-Bonds. Выпуск T-Bonds, выпущенный 3 месяца ранее принято называть неходовым (off-the-run), в то время как свежий выпуск называется ходовым (on-the-run). Ввиду того, что неходовые бумаги характеризуются более низкой ликвидностью, их цена на рынке имеет некоторую скидку относительно ходовых. Арбитражер открывает позиции в ожидании конвергенции спреда между двумя выпусками T-Bonds (короткая позиция по ходовому и длинная позиция по неходовому) и фиксирует прибыль, когда спред сходится, и это реализуется, когда ходовые T-Bonds устаревают и сами становятся неходовыми. Поскольку спред обычно очень узкий, то для получения достаточного дохода нужен левверидж.

Арбитраж выпусков похож на арбитраж базиса в том смысле, что его целью также является поиск возможностей конвергенций среди аналогичных выпусков облигаций на кривой доходности, которые отклонились в цене за пределы своих справедливых стоимостей после поправки на стоимость

финансирования и влияние кривой доходности. В отличие от арбитража базиса, при котором спотовый и фьючерсный инструменты должны сойтись до статуса взаимозаменяемости (фьючерса и CTD), выпуски на протяжении кривой доходности государственных облигаций не являются взаимозаменяемыми.

Арбитражер выпусков оперирует спотовыми облигациями, которые имеют разницу в сроках погашения не превышающую 6 месяцев. Он будет искать дорогие и дешевые выпуски, которые он будет считать таковыми на основании отклонения их доходностей от сглаженной кривой доходности. Арбитражер проводит соответствующий анализ путем подгонки кривой доходности с учетом всех торгуемых выпусков, выявляя таким образом справедливые значения доходности для разных сроков погашения.

Арбитражер затем должен определить время, за которое его позиции должны скорректироваться к справедливым значениям. Корректирующий фактор обычно состоит в том, что капитал привлекается в дешевые, а не дорогие ценные бумаги, так как инвесторы стремятся увеличить свой совокупный доход. Завершающей стадией анализа является оценка стоимости удержания арбитражной позиции (длинной позиции по дешевой облигации против короткой позиции по дорогой облигации), а точнее – кэрри. Мы придерживаемся формулировки Ф.Дж. Фабоцци, представляющую кэрри как разницу между доходом от владения активом и расходом на его финансирование [51, с. 137]. Зачастую, облигация, проданная коротко, является ходовой ценной бумагой или активным бенчмарком (например, десятилетняя нота, двухлетняя нота, и т.д.). В то время, как короткая продажа активного выпуска может быть опасной, время обычно работает на арбитражера по мере того, как текущий выпуск устаревает до неходового статуса. Кэрри от подобной арбитражной позиции обычно отрицательный.

Арбитражер должен оценить конечный спред после поправки на факторы кривой доходности и кэрри, чтобы убедиться, что ценная бумага, выглядящая относительно дешево, на самом деле таковой является. Если так и есть, то

арбитражная позиция открывается с зафиксированным финансированием на срок порядка 1-3 месяцев.

Арбитраж выпусков может проводиться на рынке облигаций, для которого имеется хорошо развитый рынок РЕПО и достаточная ликвидность. Выпуск должен быть значительного объема и регулярный, чтобы создать ликвидный вторичный рынок. Арбитраж выпусков предполагает избегание подверженности риску кривой доходности настолько, насколько это возможно. Так, например, арбитражер выпуска, как правило, не будет покупать неходовой пятилетний выпуск против короткой продажи ходового двухлетнего выпуска.

Нам представляется наиболее точным определением кривой доходности – определение авторов Ф.Дж. Фабоцци и С.В. Манна [50, с. 173]. Оно гласит, что кривая доходности представляет собой графическое отображение зависимости между доходностями облигаций одинакового кредитного качества, но с различными сроками погашения. Другими словами, кривая доходности – это срочная (временная) структура процентных ставок. В контексте соответствующей арбитражной стратегии под кривой доходности будет подразумеваться кривая доходности государственных облигаций (в США – Трежериз, в России – ОФЗ).

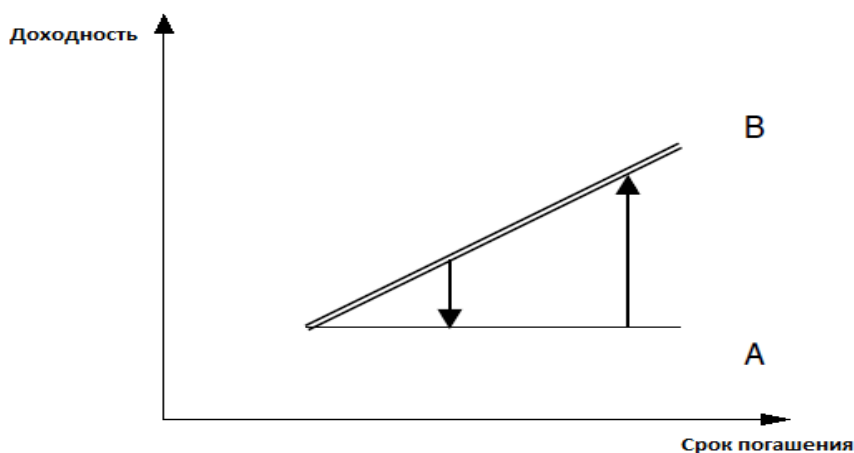
Форма и наклон кривой доходности изменяется, будучи функцией кредитоспособности государства-эмитента, политики центрального банка, выпуска новых государственных облигаций, точки пересечения кривых спроса и предложения, а также от условий, связанных со стадией экономического цикла, в котором находится государство.

Как отмечает Г.Н. Грегорию, арбитраж кривой доходности представляет собой стратегию, при которой арбитражер извлекает прибыль из временных относительных неправильных оценок разных точек кривой доходности государственных облигаций той или иной страны, занимая длинные и короткие позиции по соответствующим разным точкам [61, с. 184-185].

Одна из разновидностей арбитража кривой доходности направлена на извлечение выгоды из уменьшения крутизны (flattening) или увеличения

крутизны (steepening) кривой доходности. Арбитражную позицию для первого случая назовем флэтнер, а для второго – стипенер. Крутизна кривой доходности уменьшается/увеличивается, когда спред между долгосрочными облигациями (длинный конец кривой доходности) и краткосрочными облигациями (короткий конец кривой доходности) сужается/расширяется.

Предположим, что арбитражер ожидает, что кривая доходности ОФЗ увеличит крутизну, как отражено на рисунке 1, однако не имеет определенного мнения относительно общего направления движения рынка.



Источник: составлено автором.

Рисунок 1 – Увеличение крутизны кривой доходности

Базовая стратегия будет представлять из себя стипенер с нейтральной дюрацией, т.е. короткая продажа долгосрочной облигации (например, двадцатилетней) и покупка краткосрочной облигации (например, двухлетней) в количестве, рассчитанном на основе соотношения дюраций двух облигаций. Эта сделка является длинной позицией по короткому концу кривой доходности и короткой по длинному концу кривой доходности. Денежных средств, сгенерированных от продажи долгосрочных облигаций, будет недостаточно для покупки пропорционального по дюрации количества краткосрочных облигаций. Следовательно, сделка требует снижения объема денежных средств на балансе или же заимствований, что является проблемой для арбитражера, ограниченного в денежных средствах. Неожиданное снижение волатильности улучшит

результативность этой сделки. В то же время на результативность сделки негативно влияет эффект сползания по кривой, что связано с более сильной положительной реакцией цен долгосрочных облигаций на снижение доходности по мере приближения к сроку погашения, а также возможный негативный кэрри. Чтобы сгенерировать прибыль от подобной сделки, прирост капитала, заработанный от увеличения крутизны кривой доходности, должен перекрыть эффект сползания по кривой и негативный кэрри, как отражено в таблице 1.

Более консервативный подход требует сужения диапазона сроков погашений между длинной и короткой позициями, фокусируясь на диапазоне в кривой доходности, который обеспечит более низкий негативный кэрри и также снизит необходимость в дополнительных денежных средствах для сделок. Более агрессивный подход предполагает увеличение леввериджа арбитражной позиции.

Таблица 1 – Стипенер

Прибыль: значительное увеличение крутизны кривой, снижение волатильности			
Убыток: снижение крутизны кривой, возможный негативный кэрри, эффект сползания			
Позиция	Структура	Вес	Увязка
Длинная	Двухлетние	+140%	Дюрация
Короткая	Двадцатилетние	-100% и -40% денежные средства	Дюрация
Примечание – Веса иллюстративны			

Источник: составлено автором.

В случае, если от кривой доходности ОФЗ ожидается снижение крутизны, арбитражер, который желает быть захеджированным от параллельных сдвигов кривой доходности войдет во флэтнер с нейтральной дюрацией, т.е. продаст коротко короткий конец кривой доходности (например, однолетние облигации) и купит пропорциональное по дюрации количество долгосрочных облигаций (например, десятилетних).

Данный флэтнер с нейтральной дюрацией позволяет извлекать выгоду из эффекта сползания по кривой и имеет потенциал для положительного кэрри, если кривая доходности имеет положительный наклон. Преимущества от кэрри и сползания по кривой обеспечивают «подушку безопасности», которая

позволяет арбитражеру быть в прибыли даже если кривая доходности не изменила форму или слегка увеличила крутизну. Внезапный рост волатильности также улучшит результативность данной сделки, как отражено в таблице 2.

Существует иной тип изменений в кривой доходности, который отличается непараллельными сдвигами доходностей. Это – изменения кривизны.

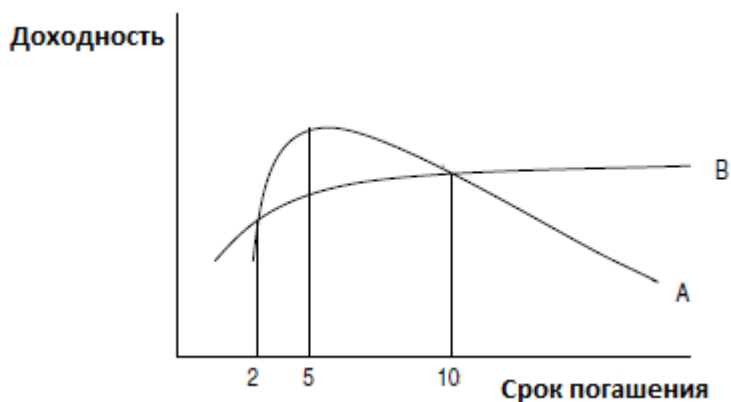
Таблица 2 – Флэтенер

Прибыль: снижение крутизны кривой, возможный позитивный кэрри, эффект сползания, рост волатильности			
Убыток: увеличение крутизны кривой			
Позиция	Структура	Вес, %	Увязка
Длинная	Десятилетние	+60	Дюрация
Короткая	Однолетние	-100	Дюрация
Примечание – Веса иллюстративны			

Источник: составлено автором.

Предположим, арбитражер выявил ненормальное отклонение в форме кривой доходности, считая его лишь временным. Как пример, пятилетние облигации смотрятся слишком дешевыми по сравнению с двухлетними и десятилетними. Иными словами, кривая доходности необычно вогнута в соответствующем районе, как отражено на рисунке 2.

Классическая стратегия для данной ситуации – это бабочка с нейтральной дюрацией. Она состоит из короткой продажи долгосрочных и краткосрочных облигаций (здесь – двухлетних и десятилетних) и покупки взвешенной по дюрации суммы среднесрочных облигаций (здесь – пятилетних). Стратегия бабочка подробно проанализирована Л. Мартеллини с соавторами [92]. Однонаправленную позицию по двум концам кривой доходности будем называть «штанга» (в нашем случае короткая позиция по десятилетним и двухлетним), а позицию по одной точке кривой доходности (в нашем случае длинная позиция по пятилетним) будем называть «пуля».



Источник: составлено автором.
Рисунок 2 – Снижение кривизны

Денежные средства, сгенерированные от продажи «штанги» будут превышать объем, нужный для покупки «пули». Следовательно, сделка не является денежно-нейтральной. Данная сделка защищает инвестора от параллельных сдвигов кривой доходности, ввиду нейтральной дюрации. Если кривая доходности имеет нормальную вогнутую форму, т.е. нарастающий наклон увеличивается с уменьшающейся скоростью, бабочка будет приносить положительный кэрри. Однако ввиду того, что это не денежно-нейтральная сделка, преимущество положительного кэрри не максимизируется. Неожиданное снижение волатильности также улучшит результативность данной сделки, как отражено в таблице 3.

В другой ситуации арбитражер может решить, что пятилетние облигации выглядят дорогими относительно однолетних и десятилетних. В то же время арбитражер желает воспользоваться этой аномалией, оставаясь при этом нейтральным относительно дюрации. В этом случае целесообразно будет войти в бабочку с нейтральной дюрацией посредством короткой продажи пятилетних облигаций и покупки пропорциональной по дюрации «штанги» (однолетних и десятилетних облигаций). Денежных средств, сгенерированных от продажи «пули», будет недостаточно для покупки «штанги», следовательно, сделка не денежно-нейтральная, как отражено в таблице 4.

Бабочка на увеличение кривизны кривой доходности подвержена потерям от негативного кэрри и негативного эффекта от сползания по кривой, если кривая

доходности вогнута. Чтобы сгенерировать прибыль от бабочки на увеличение кривизны кривой доходности, прирост капитала, заработанный от увеличения кривизны, должен перекрыть эффект сползания по кривой и негативный кэрри. Неожиданное повышение волатильности повысит прибыльность данной сделки, так как «штанга» имеет большую выпуклость, чем «пуля», объем позиции которой рассчитан пропорционально соотношению дюраций.

Кредитный арбитраж на рынке корпоративного долга, или же арбитраж кредитных рисков, является относительно новой и набирающей приверженцев стратегией с множеством вариаций.

Таблица 3 – Бабочка на снижение кривизны

Прибыль: снижение кривизны, кэрри, эффект сползания, снижение волатильности			
Убыток: увеличение кривизны			
Позиция	Структура	Вес, %	Увязка
Длинная Короткая	Пятилетние Двухлетние и десятилетние	+70 и +30 денежные средства -100	Дюрация Дюрация
Примечание – Веса иллюстративны			

Источник: составлено автором.

Таблица 4 – Бабочка на увеличение кривизны

Прибыль: увеличение кривизны, рост волатильности			
Убыток: снижение кривизны, кэрри, эффект сползания			
Позиция	Структура	Вес, %	Увязка
Длинная Короткая	Однолетние и десятилетние Пятилетние	+130 -100 и -30 денежные средства	Дюрация Дюрация
Примечание – Веса иллюстративны			

Источник: составлено автором.

Согласно модели Мертона, являющейся фундаментом современной оценки стоимости корпоративных обязательств, долг, эмитированный фирмой, экономически эквивалентен безрисковому долгу за минусом пут-опциона на активы данной фирмы [38].

Корпоративная облигация – это долговой инструмент, генерирующий процентный доход, и который обычно имеет фиксированный купон и погашение по номиналу в том случае, если компания-эмитент не сталкивается с финансовыми трудностями.

Держатель облигации также имеет короткую позицию по пут-опциону на активы компании (короткий пут-опцион), в рамках которой держатель облигации получает кредитный спред (или же премию по опциону) в обмен на возможность для компании предоставить держателям облигаций свои активы в случае дефолта.

Арбитражер корпоративных облигаций будет оценивать корпоративные облигации с позиции указанного положения вещей. Он должен рассматривать корпоративную облигацию как безрисковый долговой инструмент плюс короткий пут-опцион, который учитывается в цене по соответствующему кредитному спреду сверх безрисковой ставки.

Не только спотовые инструменты принимаются во внимание для длинных и коротких позиций, но также и деривативы. Кредитные деривативы могут иметь базовым активом обязательства одной компании или же группы компаний. Кредитные дефолтные свопы (Credit Default Swaps, CDS) на обязательства единичной компании позволяют арбитражеру купить или продать кредитный риск [45, с. 345], представленный и на спотовом рынке, но, возможно, по более дешевой или дорогой цене. Торгуемые на бирже индексы, представляющие собой портфели CDS, такие как CDX investment grade index, позволяют открывать позиции по кредитному риску сразу множества компаний, как следует из описания Ф.Дж. Фабоцци [49, с. 702].

Информация по компоненту безрисковой ставки легко доступна. Текущая рыночная цена кредитного спреда устанавливается исходя из цены корпоративной облигации, однако фундаментальная стоимость кредитного спреда зависит от степени риска дефолта компании-эмитента, и может быть оценена на основе различных моделей кредитного риска, которые иногда требуют определенных экспертных допущений.

Конечная цель оценки разницы между фундаментальной стоимостью и текущей ценой кредитного спреда – это создание арбитражного портфеля. Арбитражер предпочтет купить те облигации, у которых кредитные спреды шире их фундаментальной оценки и продать коротко те, у которых кредитные спреды уже их фундаментальной оценки.

CDS позволяют удобно применять стратегию арбитража кредитных рисков. Они дают возможность арбитражерам открывать длинную или короткую позицию по кредитоспособности определенной компании без необходимости торговать базовыми обязательствами, как замечено С. Сандерсаном [125, с. 392].

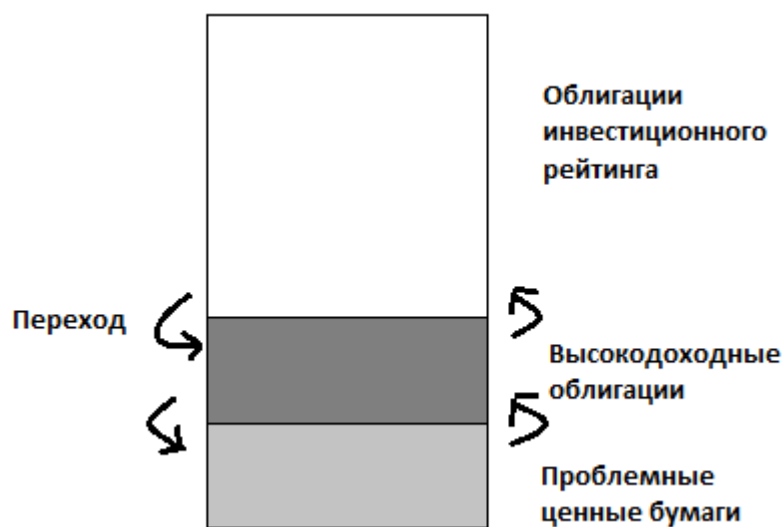
Покупатель CDS на компанию открывает короткую позицию по долгу данной компании, т.е. он зарабатывает деньги, если кредитное качество компании ухудшается, иначе говоря, он выигрывает от расширения кредитного спреда, как отмечает Дж.Д. Швагер [116, с. 23-24]. В то же время отсюда следует, что продавец CDS на компанию занимает длинную позицию по долгу данной компании, т.е. он будет зарабатывать, если кредитное качество данной компании улучшится, иначе говоря, он выигрывает от сужения кредитного спреда.

Существуют арбитражеры, специализирующиеся на так называемых переходящих именах, т.е. компаниях, кредитный рейтинг чьих облигаций был повышен или понижен рейтинговыми агентствами в соответствии с их кредитным качеством. Арбитражеры анализируют финансовое положение компаний, чтобы предугадать повышения и понижения кредитного рейтинга, как представлено на рисунке 3.

Чрезмерное доверие кредитным отчетам рейтинговых агентств приводит к тому, что инвесторы принимают однообразные инвестиционные решения. С помощью независимой экспертизы, постоянного обширного мониторинга и собственного количественного анализа арбитражер способен найти привлекательные возможности для извлечения выгоды.

Арбитражеры кредитных рисков также проводят макроанализ, чтобы оценить воздействие макроэкономических факторов на направление движения

кредитных спредов отдельных отраслей и кредитных спредов отдельных компаний. Аналитики уделяют особое внимание валютным и сырьевым рынкам и таким переменным, как цены акций, волатильность, Z-счет Альтмана и т.п. Основываясь на данных таких внешних поставщиков, как Moody's и S&P, может быть проведен полный анализ, покрывающий отдельную компанию, включающий анализ ликвидности, рентабельности, денежных потоков, финансовой устойчивости и прогноз роста.



Источник: составлено автором.
Рисунок 3 – Переходящие имена

Арбитражер кредитных рисков конструирует портфель с длинными и короткими позициями по корпоративным облигациям и пытается зарабатывать на рыночной неэффективности за счет своей способности анализировать кредитоспособность компаний, как это отмечается в описании Credit long/short portfolio (арбитражного портфеля долговых инструментов) инвестиционной компании AllianceBernstein [36].

Арбитражер кредитных рисков может открывать следующие позиции:

- облигация компании А против облигации компании Б при одинаковом сроке погашения;
- долгосрочная облигация компании А против краткосрочной облигации компании Б;

- долг сектора В против долга сектора Г.

Доходности корпоративных облигаций имеют скошенное распределение – прибыль ограничена при значительно больших возможных потерях в случае дефолта. К тому же рынки корпоративных облигаций иногда подвержены шокам, следовательно, диверсификация – необходимый прием для успешного арбитража кредитных рисков.

Другой особенностью данной стратегии является то, что кредитные рейтинги облигаций в длинных и коротких позициях портфеля арбитражера должны быть близки, чтобы избежать излишнего кредитного риска. Следует также учесть, что кредитный рейтинг может различаться значительно от эмитента к эмитенту. Так, портфель, в котором длинные и короткие позиции равны лишь по номинальному объему, может иметь подверженность риску общего направления рынка. Арбитражер должен заранее оценить уровень риска совокупности длинных и совокупности коротких позиций (их беты) и рассчитать соответствующие коэффициенты хеджирования, на основе которых сформировать наиболее рыночно-нейтральный портфель.

К другим стратегиям, связанным с арбитражем корпоративного долга, относятся индексный арбитраж, арбитраж базиса корпоративных облигаций и арбитраж корреляции. Индексный арбитраж подразумевает торговлю диверсифицированной корзиной выбранных облигаций, которые входят в индекс, против самого индекса корпоративных облигаций. Как правило, арбитражер открывает короткую позицию по торгуемому фьючерсу на индекс, или же продает коротко индекс спотовых облигаций за счет продажи свопа на совокупный доход (Total Return Swap, TRS).

Продавец TRS вступает в контракт, по которому он выплачивает покупателю TRS совокупный доход базового актива (в данном случае индекса, представляющего совокупность облигаций) от даты начала контракта до определенной даты в будущем (таких временных промежутков может быть оговорено несколько) в обмен на плавающую ставку, обычно LIBOR+спред, как

отмечает Дж. Чаплин [32, с. 167]. В совокупный доход включаются денежные потоки от облигаций и прирост стоимости облигаций.

Продолжая тему индексного арбитража, следует отметить, что облигации для длинных позиций выбираются за счет использования множества методов. Они могут включать в себя методы, описанные выше, которые используют арбитражеры кредитного риска, а также возможен макроанализ, когда арбитражер производит селекцию и концентрирует позиции в рамках определенной отрасли. Арбитражер в данном случае делает ставку на облигации компаний, которые имеют нереализованное преимущество относительно рынка, и хеджирует рыночный риск короткой позицией по индексу.

Арбитраж базиса корпоративных облигаций, по сути, имеет сходство с арбитражем базиса государственных облигаций, который описан выше. В соответствии с методикой торговли в исследовании 2009 г. [22], арбитраж базиса корпоративных облигаций состоит в открытии короткой или длинной позиции по корпоративной облигации с одновременным хеджированием ее посредством CDS. CDS – это контракт, в рамках которого покупатель получает право в случае дефолта по соответствующим обязательствам поставить продавцу контракта любое долговое обязательство, входящее в условленную поставочную корзину, за номинал. Ввиду того, что в контексте одной компании цена CDS (в виде CDS-спреда) и кредитный спред к соответствующим суверенным облигациям отражают цену одного кредитного риска, то разница между их котировками (базис) в нормальных условиях должна равняться нулю, а временные отклонения от данного паритета служат возможностью для арбитража между CDS и корпоративной облигацией.

Согласно методике Дж. Ромо с соавторами [112, с. 6-7], облигация в данном случае трансформируется в инструмент с плавающей процентной ставкой с помощью свопа активов, что необходимо для того, чтобы исключить систематический риск процентной ставки и сделать облигацию соответствующей свойствам CDS.

Периодически, ввиду дисбаланса спроса и предложения на спотовых рынках, взаимосвязь между корпоративными спотовыми облигациями и CDS одной компании нарушается. Арбитражер должен оценить вероятное время конвергенции базиса, а также кэрри, связанный с удержанием позиции до времени конвергенции. Арбитражер также может открыть позиции на дивергенцию базиса, что, однако, является менее типичным.

Арбитраж корреляции можно охарактеризовать как количественную стратегию. Индексы кредитного риска, как например Доу-Джонс CDX.NA.IG, CDS-индекс обязательств инвестиционного рейтинга, или Доу-Джонс CDX.NA.HY, CDS-индекс высокодоходных облигаций, функционируют подобно структурированным продуктам, будучи разбиты на транши. Как отмечает Б.П. Ланкастер с соавторами, данные транши имеют разный уровень подверженности риску, который меняется от высшего транша до младшего транша [76, с. 246].

Каждому траншу приписана процентная доля дефолтов индекса, которой он подвержен, в виде точки прикрепления и точки открепления. Для младшего транша точка прикрепления всегда равна 0%, и, если точка открепления равна, к примеру, 5%, то это значит, что первые 5% дефолтов всех компаний, составляющих индекс, будут служить триггером для соответствующих выплат покупателями младшего транша продавцам младшего транша. Пока количество дефолтов не превышает 5%, компенсационных выплат по более старшим траншам не проводится. Когда количество дефолтов выходит за рамки 5%, компенсационные выплаты начинают абсорбировать следующий транш, у которого точка прикрепления равна, соответственно, 5%, и имеется своя точка открепления. И аналогичный порядок сохраняется вплоть до высшего транша, у которого точка открепления равна 100%.

В основе арбитража корреляции лежит закономерность, согласно которой повышение корреляции дефолтов в индексе CDS вызывает падение стоимости наивысшего транша и снижение стоимости младшего, а при повышении корреляции – наоборот. Уже разработаны модели для расчета вмененной

корреляции индекса, то есть корреляции, подразумеваемой рынком в текущих ценах. В соответствии со стратегией, описанной В. Котари, если арбитражер полагает, что реальная корреляция превышает вмененную, то он должен продать коротко высший транш и купить младший транш, но если реальная корреляция ниже, чем вмененная, то наоборот [74, с. 315].

Арбитражем стрипов называется стратегия, извлекающая прибыль из ценовых расхождений между рынками купонных облигаций и стрипов.

Стрип – это продукт разложения купонной облигации на номинал и купоны, благодаря чему возникают бескупонные облигации с разными сроками погашений. Свое название стрип берет от программы STRIPS (Separate Trading of Registered Interest and Principal of Securities), стартовавшей в 1980-х годах с помощью финансовых инженеров США. Эта программа, широко распространенная на развитых финансовых рынках, в России называется стрипованием.

В условиях эффективного рынка цена купонной облигации равняется сумме приведенных стоимостей денежных потоков, относящихся к облигации. Развитие стрипования за последние десятилетия позволило зарабатывать арбитражную прибыль, когда нарушается равенство цены купонной облигации с суммой цен своих компонентов.

Существует два пути заработать арбитражную прибыль, когда цена купонной облигации отличается от суммы цен своих компонентов, т.е. стрипов:

1. При ситуации, когда цена купонной облигации ниже, чем цена совокупности стрипов: продать коротко набор стрипов, использовать часть полученных денежных средств для покупки купонной облигации и стриповать купонную облигацию для ликвидации короткой позиции.

2. При ситуации, когда цена купонной облигации выше цены совокупности стрипов: продать коротко купонную облигацию, использовать часть полученных денежных средств для покупки стрипов и реконституировать стрипы в купонную облигацию для ликвидации короткой позиции.

Арбитраж стрипов, описанный выше, является чистым арбитражем. Существует также арбитраж относительной стоимости с использованием стрипов, который не лишен риска. Например, если облигации с высоким купоном торгуются при более высокой доходности, чем облигации с низким купоном, рынок стрипов может быть использован, чтобы извлечь выгоду из разниц в доходностях. Облигация с высокими доходностью и купоном покупается и стрипуется в бескупонные облигации. Бескупонные облигации продаются, и вырученные средства должны превысить сумму, заплаченную за облигацию с высоким купоном.

Распространенный тип арбитража интернационального кредитного спреда – это арбитраж ТЕД-спреда. ТЕД-спред – это ценовая разница между фьючерсом на 91-дневный T-Bill и фьючерсом на 90-дневный Евродоллар. ТЕД-спред можно представить как кредитный спред между безрисковой процентной ставкой (доходностью по T-Bill) и LIBOR. По мнению Э. Вонга, ТЕД-спред принимается многими как индикатор восприятия рынком кредитного и политического риска [137, с. 227].

Трежериз, как государственные обязательства США, принято считать безрисковыми инвестициями. Между тем, Евродоллары являются долларами США, размещающимися на депозитах финансовых институтов за пределами США, и ставка LIBOR, на которой основывается фьючерс на Евродоллар, отражает межбанковские кредитные риски. Следовательно, ТЕД-спред всегда положителен, и очень широкий ТЕД-спред исторически ассоциируется с высокой политической неопределенностью (во время войны), экономической слабостью (во время обвалов фондового рынка) или же с низкой уверенностью в финансовой системе (во время проблем у банков).

При отсутствии существенных политических или экономических событий ТЕД-спред исторически склонен расширяться, когда процентные ставки растут, и сужаться, когда процентные ставки снижаются. Когда процентные ставки снижаются из-за факторов, не связанных с кредитоспособностью и неопределенностью в экономике, инвесторы желают принять на себя

дополнительные риски, чтобы получить более высокие доходности, чем предлагают безрисковые инвестиции, что вносит свой вклад в сужение TED-спреда. С другой стороны, если кредитный спрос высокий и процентные ставки растут, инвесторы скорее предпочтут низкорисковые инвестиции, как T-Bills, в результате чего TED-спред расширяется.

Ю. Бэнк указывает, что TED-спред расширяется, когда инвесторы более обеспокоены насчет контрагентского риска, и поэтому запрашивают более высокую LIBOR (соответственно, более низкие цены на ценные бумаги, связанные с Евродолларами) [24]. И, напротив, TED-спред сужается, когда кредитная конъюнктура начинает восприниматься как доброкачественная. В зависимости от своих ожиданий кредитной конъюнктуры, арбитражер TED-спреда открывает соответствующие длинные или короткие позиции по TED-спреду [8].

Также возможен арбитраж так называемого срочного TED-спреда, когда задействуются ценные бумаги с более долгосрочными базовыми ставками (6-месячная LIBOR, 9-месячная LIBOR и т.д.).

Арбитраж конвертируемых облигаций нацелен на извлечение прибыли из неправильной относительной оценки между конвертируемой облигацией и ее базовой акцией. Большинство типов сделок данного вида арбитража подразумевают длинную позицию по конвертируемой облигации, хеджированную параллельной короткой продажей базовой обыкновенной акции.

Конвертируемые облигации – это облигации, которые дают своим держателям право на получение купонных выплат, а также право конвертировать облигации в фиксированное число акций на определенную фиксированную дату. Если держатель такой облигации решит воспользоваться своим правом конвертации, то вместо выплаты номинала облигаций он получит в обмен фиксированное число акций. В большинстве случаев это будут обыкновенные акции эмитента облигаций.

Существует множество стратегий арбитража конвертируемых облигаций. Мы опишем две из них: арбитраж денежного потока и арбитраж волатильности.

При арбитраже денежного потока открывается длинная позиция по конвертируемым облигациям, профинансированная в основном посредством короткой продажи базовых акций. Это делается в случае, если предварительный анализ показал, что купонные выплаты по конвертируемым облигациям превышают расходы по короткой позиции (дивиденды и ставка за заем акций).

Основная концепция, лежащая в основе арбитража волатильности, – это дельта-хеджирование. Арбитраж волатильности реализуется путем открытия длинной позиции по конвертируемым облигациям и короткой позиции по базовым акциям. Объем позиций по обеим сторонам сделки соответствует коэффициентам хеджирования, для определения которых рассчитывается дельта, которая в данном случае отражает чувствительность цен конвертируемых облигаций компании к изменениям цен ее акций.

Арбитраж муниципальных облигаций, доход по которым не облагается налогами в соответствии с законами США, имеет целью извлекать прибыль из тенденции долгосрочных облигаций, эмитируемых штатами и муниципалитетами США, котироваться на более низких уровнях, чем было бы ожидаемо при корректном сравнении с налогооблагаемыми облигациями с аналогичными сроками погашения и рисками. Данная особенность поведения цен подтверждена исследованиями Р.К. Грина и М. Эриксона с соавторами [60; 48].

Классический вариант арбитража муниципальных облигаций в соответствии с формулировкой С.Г. Фельдштейна и Ф.Дж. Фабоцци – это приобретение долгосрочной муниципальной облигации, риск процентной ставки которой хеджируется с помощью процентного LIBOR-свопа [53, с. 286]. Стратегия эффективна, когда муниципальная облигация и процентный своп коррелированы, как отмечает А.А. Суэтин [11, с. 11-19]. Другой риск, который не может быть захеджирован в данной стратегии, происходит из того факта, что муниципальные облигации США являются отзывными.

Арбитраж своп-спреда предполагает покупку или короткую продажу государственной облигации посредством операций прямого или обратного

РЕПО и параллельное открытие длинной или короткой позиции по процентному свопу. В результате такой портфель генерирует четыре денежных потока, образующих фиксированный спред (он же своп-спред) и плавающий спред.

Своп-спред – это разница между фиксированной стороной процентного свопа и доходностью к погашению по облигации. Плавающий спред – это разница между плавающей стороной процентного свопа и ставкой РЕПО. Следует применять стратегию с покупкой/продажей своп-спреда, если своп-спред имеет большее/меньшее значение, чем плавающий спред. Позиции должны закрываться, как только разница между спредами обнуляется или, когда наступает срок исполнения обязательств по инструментам [10].

Непокрытый процентный арбитраж основывается на разнице между процентными ставками валют различных стран. Реализуется он путем займа денег в определенной валюте под одну процентную ставку, конвертации их в валюту страны, у которой процентная ставка по облигациям выше, чем цена займа, и покупки данных облигаций. Такие сделки подвержены риску изменений валютного курса. Тем не менее данный риск можно полностью захеджировать с помощью покупки форвардного контракта на валюту, которой необходимо будет погашать заем. В последнем случае стратегия будет называться «покрытый процентный арбитраж».

Применяя покрытый процентный арбитраж с задействованием финансирования в рублях или рублевых активов, арбитражер может защищать себя от валютных рисков путем заключения валютного фьючерсного договора с центральным контрагентом на Московской бирже [15].

По рассмотрении и анализе существующих арбитражных стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов, нами была составлена типология арбитражных стратегий, группирующая 17 типов стратегий в четыре вида, как отражено в таблице 5. Анализ типологии – в приложении А.

Были даны выводы об эффективности некоторых стратегий, исходя из имеющихся исследований, а также типы стратегий были оценены по критерию применимости на российском рынке, как видно в приложении А.

Предлагаемая нами типология арбитражных стратегий отличается от существующих типологий тем, что выделен вид арбитража на рынке негосударственного долга, который основывается на корпоративных и муниципальных долгах.

Таблица 5 – 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
2) Вид стратегий: арбитраж на рынке негосударственного долга				
Кредитный арбитраж*	Индексный арбитраж	Арбитраж базиса корпоративных облигаций*	Арбитраж корреляции	Арбитраж муниципальных облигаций
3) Вид стратегий: интернациональный арбитраж				
Арбитраж интернационального кредитного спреда – ТЕД-спреда	Арбитраж своп-спреда*	Непокрытый процентный арбитраж*	Покрытый процентный арбитраж*	
4) Вид стратегий: арбитраж на конвертируемых облигациях				
Арбитраж денежного потока*	Арбитраж волатильности*			
Примечание – * отмечены стратегии, применимые на российском рынке				

Источник: составлено автором.

Нам представляется это правильным, так как кредитоспособность и стоимость долгового капитала у муниципалитетов значительно отличается от соответствующих параметров у государства.

Отличительная особенность типологии также состоит в том, что мы выделяем новый вид арбитража – интернациональный арбитраж, относя к нему четыре стратегии. Это обусловлено тем, что две из соответствующих четырех стратегий основываются на интернациональных кредитных спредах – ТЕД-спреде и своп-спреде (имеется в виду спред между ставками LIBOR-свопа и Трежериз), а другие две задействуют в своей реализации международный валютный рынок.

1.3 Классификация рисков арбитражных стратегий

Мы считаем, что к рискам, связанным с арбитражем на рынках долговых инструментов и их деривативов относятся: кредитный риск, рыночный риск (риск процентной ставки и хвостового события), специфический риск, риск ликвидности (рыночной и балансовой), риск вывода денег инвесторами, риск недоступности заемного финансирования, риск избегания рисков арбитражерами-конкурентами, риск «заражения», риск недостаточного объема совокупного капитала, задействованного в арбитражном бизнесе, модельный риск. Далее мы подробнее остановимся на каждом из них.

Кредитный риск состоит в том, что контрагент или эмитент могут не выполнить полностью свои финансовые обязательства, что также называется дефолтом. Арбитражер сталкивается с этим риском в разных обстоятельствах. Например, в случае если происходит дефолт компании-эмитента только по длинной позиции арбитражной сделки, арбитражер может потерпеть существенный убыток. Или же если разница кредитных рисков инструментов пары не соответствует коэффициентам хеджирования, арбитражная стратегия может дать сбой. Другим проявлением кредитного риска для арбитражера могут быть дефолты контрагентов по контрактам на внебиржевом рынке. При незащищенном покрытом процентном арбитраже, когда средства размещаются на рынке МБК, а не РЕПО, имеет место более высокий риск дефолта по выданной ссуде, так как она не обеспечена ценными бумагами.

Рыночный риск включает в себе риск действия факторов, влияющих на цены любых финансовых инструментов, обращающихся на рынке. Дж. Дюарт с соавторами [44] отстаивают позицию, что арбитраж своп-спреда несет в себе существенный рыночный риск, и избыточные доходности, которые он приносит, являются компенсацией за данный риск. В данном случае речь идет о риске сильного роста плавающего спреда (между T-Bill и РЕПО). Рыночный риск арбитража в области нашего исследования можно свести к совокупности рисков хвостового события и процентной ставки.

Риск процентной ставки – это риск изменения цен долговых инструментов вследствие изменения процентной ставки. Между данными ценами и процентной ставкой – обратная зависимость. Когда процентная ставка на рынке растет (падает), рыночная цена долгового инструмента падает (растет). Таким образом, падение процентной ставки увеличивает прибыль по длинной стороне арбитражной позиции и увеличивает потери по короткой. Арбитражный портфель должен подлежать динамическому хеджированию, например, с использованием дюрации, чтобы данные эффекты изменений процентной ставки не привели к чистому убытку арбитражера. Арбитражерам следует принимать во внимание данный риск также потому, что из-за изменений процентной ставки может измениться стоимость финансирования позиций.

Под риском хвостового события следует понимать возможность некоего непредсказуемого и значительного волнения, которое может внезапно распространиться на рынке. Хвостовое событие еще принято называть «черным лебедем». Хвостовым событием может, например, стать крупное геополитическое событие, плохая экономическая новость, важное заявление центрального банка страны или крупное банкротство. Поскольку данные события редки, они учитываются в (обычно левых) хвостах распределения доходностей. Такие события распространяют свое влияние на многие классы активов и рынки разных географических мест, что придает им систематический характер. «Риск финансового события может быть важным источником общности в доходностях среди разных типов ценных бумаг» – так характеризуют данный риск Дж. Дюарт с соавторами [44].

Арбитражные стратегии имеют низкую корреляцию с классическими инвестиционными стратегиями и потому считаются рыночно-нейтральными. Однако, как показало себя поведение рынков в 2008 г. во время банкротства Lehman Brothers или в 1998 г. во время российского дефолта, их рыночная нейтральность может нивелироваться во время хвостовых событий. Исследование В. Фанга и Д. Шея [56] выявило положительную корреляцию

риска хвостового события арбитражных стратегий нашей области исследования со спредом Ваа-Трежериз.

Доля волатильности актива, которая не может быть объяснена флуктуациями рынка в целом, называется специфическим риском. Каждый актив имеет внутренние характеристики, а трейдеры имеют разные мнения относительно будущих свойств актива, что и обуславливает специфические флуктуации. Все ценовые флуктуации актива предсказать невозможно, так как они являются результатом большого количества торговых решений многих инвесторов.

Притом что арбитражеры анализируют и, следовательно, знают теоретическую относительную стоимость инструментов, шумовые трейдеры (не арбитражеры) подобную информацию не ищут и ей не располагают. Последние, как правило, торгуют активами в независимости друг от друга, основываясь на оценках их собственной внутренней стоимости. Таким образом, неправильная относительная оценка может стать еще более неправильной в силу активности шумовых трейдеров. Действия шумовых трейдеров в неправильном направлении могут подразумевать, например, игру на повышение по отдельному, действительно недооцененному активу, но при том, что остальные неправильно оцененные активы останутся без должного внимания. В связи с этим для арбитражеров иррациональность рынка может являться не только источником прибыльных возможностей, но и источником риска.

Арбитражеры подвержены специфическому риску больше, чем рыночному. А. Шлейфер и Р.В. Вишни [119] объясняют, что специфическая волатильность не может быть захеджирована. В то время как специфический риск диверсифицируем, арбитражные портфели на практике слабо диверсифицированы. Недостаток диверсификации подвергает их сильному риску того, что спред одной или более пар не сойдется в нужное время.

Риск рыночной ликвидности – это риск невозможности выйти из арбитражных позиций по приемлемым ценам. Степень рыночной ликвидности – это степень легкости, с которой участники рынка могут покупать и продавать

ценные бумаги с минимальным воздействием на рыночную цену. К факторам, которые влияют на рыночную ликвидность, относятся номинальный объем рынка, частота и размер транзакций на данном рынке (глубина рынка), а также количество игроков, активно торгующих на данном рынке. Облигации, особенно корпоративные, обычно менее ликвидны, чем рынки валют и акций. Ликвидность распределяется между множеством выпусков, различающихся по эмитенту, срочности и другим внутренним характеристикам. Ликвидность ограничена также потому, что многие участники рынка придерживаются стратегии «купи и держи» и редко совершают транзакции.

Ввиду того, что арбитражеры нуждаются в быстром выходе из своих позиций при минимальном влиянии на цены, после того как цены активов обеих сторон арбитражной позиции сошлись, рыночная ликвидность играет для них ключевую роль. Арбитражер выступает в роли поставщика ликвидности: он покупает активы, оцененные низко, ввиду пренебрежения ими среди участников рынка, и продает относительно дорогие активы, рынок которых характеризуется высокой активностью покупателей. Однако, следует учитывать, что арбитражеры выступают также и в роли поглотителей ликвидности, когда наступает время им выходить из своих позиций. Арбитражеры рискуют не успеть зафиксировать прибыль из-за их воздействия на цены, которое приведет к тому, что новая дивергенция пары произойдет раньше времени.

Следует добавить, что, когда ликвидность истощается на определенном рынке, волатильность склонна возрастать, так как покупатели и продавцы не находят противоположных приказов и значительно двигают котировки, оперируя более крупными приказами, чтобы выйти из своих позиций, в результате чего рынок становится менее эффективным. Это может вылиться в эффект расширения неправильной относительной оценки и возникновения бумажных убытков у арбитражера. П. Кондор [73] говорит о данном феномене в таком ключе: «средний хедж-фонд, как правило, имеет положительную подверженность шокам ликвидности, т.е. положительную бету фактора ликвидности».

Т. Манчини-Гриффоли и А. Ранаудо [88] используют bid-ask спред и LIBOR-OIS спред как показатели, представляющие степень рыночной ликвидности. М. Флекенштейн с соавторами [54] в качестве таких показателей используют объем предложения на аукционах TIPS (Treasury Inflation-Protected Securities – облигации казначейства США, цена которых привязана к инфляции), а также данные по количеству дефолтов по обратному РЕПО (под этим надо понимать факты невозможности поставить занятые ценные бумаги в конце срока РЕПО).

Согласно М. Дрейману и К. Николау [41], возможность того, что субъект финансовых отношений окажется не в состоянии рассчитываться по обязательствам незамедлительно в определенный временной период, является определением риска балансовой ликвидности. Арбитражер сталкивается с этим риском в первую очередь в контексте обязательства поддерживать необходимую достаточность по своим позициям.

Мы рассматриваем балансовую ликвидность как степень способности по приемлемой цене финансировать арбитражеру свою операционную деятельность. Если арбитражер осуществляет свое финансирование через рынок межбанковского кредитования (МБК), его осуществимость зависит от восприятия рынком кредитного риска банка (арбитражера), а также от желания и способности участников рынка МБК предоставлять заемные средства. Для хедж-фонда балансовая ликвидность определяется его взаимоотношениями с брокером, историческими показателями риска, прошлой результативностью, рыночной стоимостью позиций и типами инструментов, которыми он оперирует.

Арбитражным портфелям без леввериджа свойственна низкая доходность, в связи с чем арбитражеры обычно применяют высокий левверидж, чтобы достичь удовлетворительных для клиентов показателей. Отсюда следует, что балансовая ликвидность критически важна для арбитражеров. Внезапное истощение балансовой ликвидности опасно для арбитражера, так как может привести к принудительной ликвидации его позиций по невыгодным ценам.

Риск вывода инвесторами денег из хедж-фонда, когда они опасаются убытков во времена финансовой нестабильности близок к риску балансовой ликвидности и является неконтролируемым. Из-за выводов денег инвесторами арбитражер становится более уязвимым к таким ситуациям, когда увеличиваются дисконты по РЕПО или, когда брокер требует пополнить маржу. Арбитражер может из-за этого понести значительный ущерб, оказавшись не в состоянии своевременно предоставить дополнительное обеспечение. Он может быть вынужден ликвидировать многие свои позиции, не дождавшись конвергенции спреда, в случае если средства выводятся быстро.

Ситуация, когда инвесторы знают, что их капитал находится под большим риском ввиду того, что другие инвесторы выводят деньги, может создать панику и привести к ликвидации фонда. М. Митчелл, Л.Х. Педерсен и Т. Палвино [98] отмечают: «шоки для капитала приобретают особенное влияние, если арбитражеры, имеющие убытки, сталкиваются с перспективой выводов денег инвесторами тогда, когда маржинальные ограничения ужесточаются во время кризисов ликвидности».

Важно отметить, что дилеры рынка РЕПО назначают разные дисконты для разных бумаг, особенно во времена дефицита капитала. Арбитражеры, имеющие позиции в менее ликвидных ценных бумагах, должны будут в такое время разместить больше обеспечения, чем, например, арбитражеры государственных облигаций. Т. Манчини-Гриффоли и А. Раналдо [88] используют в качестве индикатора риска вывода капитала спред между ставками РЕПО по агентским MBS (Mortgage Backed Securities – ипотечные ценные бумаги) и по общему обеспечению (general collateral rate).

Арбитражер подвергает повышенному риску капитал своего кредитора, когда стоимость его активов подходит близко к стоимости его обязательств, а для предоставления дополнительного обеспечения отсутствует возможность. Как правило, поставщики ликвидности начинают сокращать финансирование арбитражеров по этой причине. Сокращение финансирования может быть также обусловлено внешними факторами. Во время долгового кризиса, подобного

кризису 2008 г., таким фактором может быть побуждение банков к делевериджу. В течение нескольких лет после начала того кризиса, банки были подвержены давлению (не только регуляторов, но и их финансовых контрагентов, акционеров и департаментов управления риском) с целью снизить общий левеидж, что вынуждало их снизить обороты по кредитованию под залог ценных бумаг.

Внешние факторы сокращения финансирования арбитражеров могут также иметь следующий контекст. Банки обычно финансируют множество своих активов путем краткосрочных, необеспеченных обязательств. Когда потенциал рынков подобного финансирования снижается, банки сталкиваются со значительными проблемами балансовой ликвидности, и для них наступают трудные времена в плане выполнения своих обязательств и нормативов. По этой причине они обычно склонны жертвовать некоторой частью прибыли своих активных операций с целью урегулировать срочные угрозы, связанные с балансовой ликвидностью.

Банки опасаются быть замеченными как испытывающие дефицит балансовой ликвидности, чтобы поддерживать благоприятное расположение своих кредиторов. Следует также заметить, что обеспечение своей ликвидности важно для поддержания кредитного рейтинга банка и низкой стоимости заимствования. Т. Манчини-Гриффоли и А. Раналдо [88] используют уровень избыточных резервов как индикатор банковской ликвидности. Итак, собственные ограничения кредиторов по их балансовой ликвидности могут служить причиной сокращения финансирования арбитражеров, что является для них фактором риска.

В кризисные времена часто бывает, что балансовая ликвидность не подавляется полностью, но стоимость заемного финансирования резко увеличивается, что создает препятствия для реализации выгодных арбитражных сделок. М. Флэкенштейн, Ф.А. Лонгстафф и Х. Люстиг [54] показывают, что дисконты по соглашениям РЕПО значительно выросли во время финансового кризиса. Соглашения обратного РЕПО также были труднодоступны для хедж-

фондов в этот период, и авторы отмечают, что в 2008 г. контрагенты по обратному РЕПО на рынке Трежериз запрашивали ставки РЕПО около 0%.

Фактором риска для арбитражера может также быть нерасположенность арбитражеров-конкурентов к риску. Арбитражерам свойственно полагаться и на аналогичные своим действия других арбитражеров, играющих на конвергенцию спреда и отслеживающих те же возможности. Это обусловлено тем, что в одиночку арбитражер не имеет достаточное количество капитала, чтобы воздействовать на цены в такой мере, чтобы вернуть их к справедливым относительным значениям. Таким образом, среди других рисков арбитражных стратегий имеет место риск того, что арбитражеры-конкуренты не будут выполнять присущую им роль.

А. Шлейфер и Р.В. Вишни [119] отмечают, что несклонность арбитражеров к риску может в некоторых случаях «заставить их ликвидировать позиции, а не удваивать, когда цены находятся далеко от фундаментальных значений». Они также делают вывод, что рынки, которые демонстрируют высокий долгосрочный, но низкий краткосрочный коэффициент отношения ожидаемой избыточной доходности к волатильности, не привлекательны для арбитражеров, поскольку репутация арбитражера и его доступный капитал зависят в первую очередь от его краткосрочной результативности. Это говорит о том, что, хотя арбитражный бизнес зарабатывает на неправильных относительных оценках, создаваемых за счет рыночных флуктуаций, слишком высокая волатильность вредоносна для арбитражной деятельности.

Как показали Д. Громб и Д. Ваянос [62] в своем исследовании, арбитражеры могут быстро начать сокращать свои рискованные открытые позиции в результате усиливающихся эффектов уклонения от рисков и волатильности. Таким образом, риску уклонения от рисков конкурентов-арбитражеров подвержены в первую очередь наиболее рискованные арбитражные позиции.

Риск «заражения» определяется как возможность неблагоприятного эффекта усиления неправильной относительной оценки в результате закрытия

убыточных позиций арбитражерами, которое может вызвать резкую нестабильность целого ряда доселе несвязанных рынков, приводя к потерям других арбитражеров.

Мы рассматриваем влияние арбитража на размер неправильной относительной оценки между определенными инструментами как функцию ширины соответствующего спреда. Давление арбитражеров в сторону возврата спреда к нормальности усиливается, когда все больше совокупного капитала уделяется на арбитражную торговлю, что происходит по мере того как спред расширяется, и ожидаемая доходность от арбитражной возможности растет, привлекая внимание более широкого круга арбитражеров [6].

Однако, потенциал арбитражеров не бесконечен, и между их свободным капиталом и величиной спреда имеет место обратная зависимость, т.е. при длительно расширяющемся спреде капитал большинства арбитражеров полностью «в рынке», а левэридж максимален, и давление арбитражеров на возврат спреда к нормальности близко к максимуму. Тем временем, в случае серьезного увеличения размера неправильной относительной оценки, арбитражеры с крупным левэриджем получают от брокеров и контрагентов требования восстановить достаточность и начинают выходить из рынка.

Тем временем, арбитражеры, открывшие позиции самыми первыми и наименее толерантные к риску, ликвидируют свои портфели, фиксируя убытки. В силу этого арбитражное давление на спред уменьшается не резко, так как объем резервов капитала и толерантность к риску среди арбитражеров разнятся, но при продолжении процесса ликвидаций это снижение убыстряется. Более того, арбитражное давление в некоторых ситуациях может сменить качество и стать отрицательным, т.е. начнет увеличивать и так ненормально большой спред в силу того, что большинство арбитражеров ликвидирует свои изначальные позиции.

Факторы риска часто коррелированы между собой и легко могут послужить триггером один для другого. Например, когда происходит крупный финансовый шок, такой как банкротство Lehman Brothers, уклонение кредиторов

от риска усиливается, что влияет как на процентные ставки, так и на балансовую ликвидность. В то же время государственные интервенции, требующие рекапитализации финансовых институтов, побуждают их к делевериджу и удержанию ликвидности у себя. Одновременно с этим, волатильность рынка повышается, рыночная ликвидность иссякает, и риск движений, вызванных шумовыми трейдерами, увеличивается. Все эти факторы, запускающие один другой, могут привести к потерям арбитражеров, что побуждает инвесторов к выводу арбитражного капитала, и, таким образом, запускается процесс «заражения».

Существует множество различных факторов, влиянию которых подвержена реализуемость и эффективность стратегий арбитража. Необходимость дисконта служит причиной ограничения заемного финансирования для арбитражера, так что неограниченный левверидж невозможен. Нежелательная ситуация, когда арбитражер испытывает дефицит капитала, нужного для обеспечения позиций, может быть вызван выводом значительного объема средств его инвесторами, и опосредованно – по той причине, что в арбитражном бизнесе соответствующего рынка окажется задействовано слишком мало капитала.

Доходность от арбитража зависит не только от леввериджа, который доступен арбитражеру, но также и от совокупного объема капитала, который вложен для работы на основе арбитражных стратегий. Причина этого в том, что спред в результате неправильной относительной оценки придет в нормальное состояние в скором времени, только если денежный приток в определенный тип арбитражной позиции пересилит воздействие противоположных операций шумовых трейдеров.

Это явление логично встраивается в теорию медленного движения капитала М. Митчела с соавторами [98]. Авторы говорят о том, что арбитражный капитал медленно перенаправляется в использование возможностей арбитража после существенных передислокаций капитала, приводя в доказательство устойчивые и крупные расхождения цен с фундаментальными оценками после

значительных распродаж в первом квартале 2005 г. со стороны хедж-фондов, занимающихся арбитражем на конвертируемых облигациях.

Данный феномен имеет объяснения. Инвесторы, опасаясь бумажных убытков и волатильности, не могут выследить рыночной неэффективности, на которой основываются возможности арбитража, так как они не располагают достаточными знаниями о рынках, какими располагают арбитражеры.

М. Митчел и Т. Палвино [97] в рамках рассматриваемой проблемы замечают: «Ввиду данной неопределенности во всех аспектах, притоки капитала в низкорисковые высокодоходные арбитражные стратегии были очень медленными, что вызвало ситуацию, когда существенно похожие ценные бумаги имели существенно различные цены на протяжении долгого времени». Далее, ввиду того что инвесторы принимают во внимание одни и те же показатели риска и доходности, им свойственно передислоцировать значительные суммы капитала одновременно. А. Шлейфер и Р.В. Вишни [119] объясняют: «Все арбитражеры привлекают или теряют инвесторов одновременно, в зависимости от результативности их общей арбитражной стратегии».

Мнение, что объем капитала, задействованного арбитражерами, оказывает влияние на эволюцию неправильной относительной оценки высказывал Дж.М. Кейнс: «Этот ненормальный дисконт [между спотовым и форвардным валютным курсом] может исчезнуть только тогда, высокая прибыль арбитража между спотовым и форвардным рынками привлечет свежий капитал в арбитражный бизнес» [70, с. 107].

В современной литературе также имеет место подтверждение этой зависимости. Т. Манчини-Гриффоли и А. Раналдо [88] построили регрессию неправильной относительной оценки, связанной с покрытым процентным паритетом, к стоимости чистых активов (СЧА) хедж-фондов и выявили сильную негативную корреляцию, значимую при 5%, подтвердив таким образом теорию медленного движения капитала. М. Флекенштейн с соавторами [54] определили сильную корреляцию между капиталом под управлением хедж-фондов и неправильной относительной оценкой TIPS, и показали, что с каждым

прибавлением капитала хедж-фондов на рынке неправильная относительная оценка уменьшается.

На реализуемость арбитражной стратегии может повлиять степень доступности определенных деривативов. В некоторых случаях для реализации арбитражной стратегии могут понадобиться деривативы, которые не легко найти на финансовых рынках. Недостаточная доступность или ликвидность некоторых финансовых продуктов может объяснить существование некоторых устойчивых неправильных относительных оценок на финансовых рынках, так как арбитражеры в таких случаях не имеют возможности тщательно захеджировать свои позиции или же сталкиваются с крупными транзакционными издержками, которые могут быть свойственны внебиржевым деривативам, т.е. нестандартизированным контрактам, которые заключаются через прямые переговоры с брокером.

А. Шлейфер и Р.В. Вишни [119] разработали агентскую модель арбитража, показывая, в какой ситуации арбитраж может быть неуспешен, а рынок может долго оставаться неэффективным. Их модель основывается на предположениях, что (1) специфические знания об арбитражных возможностях и финансовые ресурсы существуют отдельно друг от друга (арбитражеры используют внешний источник капитала, который принадлежит относительно неквалифицированным инвесторам); из этого следует (2) ресурсы и финансирование ограничены; (3) объем средств арбитражеров повышается и снижается в зависимости от их прошлой результативности и (4) рынки сегментированы и только небольшое количество профессионалов занимаются арбитражем на конкретном рынке. В рамках агентской модели арбитража, авторы показывают, что арбитражерам может не удастся вернуть цены к их фундаментальным значениям после того, как шумовые трейдеры отодвинули их слишком далеко от фундаментальных значений.

Следствия из агентской модели таковы, что в экстремальных обстоятельствах арбитражеры имеют позиции с максимальным левеиджем, новый капитал не может прийти в их рынок от арбитражеров других рынков

ввиду рыночной сегментации, и новый капитал инвесторы распределяют в соответствии с прошлой результативностью арбитражера из-за невозможности инвесторов оценивать будущие потенциальные возможности.

Дж. Лиу и Ф. Лонгстафф [81] также доносят эту мысль: «капитал предоставляется арбитражеру инвесторами на основе прошлых доходов (а не будущих инвестиционных возможностей). Это создает агентский конфликт для арбитражера, который стремится максимизировать объем средств под управлением». При данных допущениях устранить спреды, когда они стали экстремально широкими, становится едва осуществимым, так как инвесторов будут отпугивать бумажные убытки арбитражеров. К тому же ограничения финансирования не позволяют арбитражерам увеличивать агрессивность арбитражной торговли, когда они уже имеют максимальный левверидж, начиная с того времени, когда неправильная относительная оценка была еще среднего размера.

Не все арбитражные стратегии для рынков долговых инструментов и их деривативов имеют одинаковые характеристики соотношения риск/доходность. Дж. Дюарт, Ф.А. Лонгстафф и Ф. Йу [44] протестировав пять стратегий в своем исследовании, выявили, что только три стратегии генерируют положительную избыточную доходность после поправки на рыночный риск, учета транзакционных издержек и комиссионных: арбитраж кривой доходности, ипотечный арбитраж и арбитраж структуры капитала. Авторы отмечают, что это как раз те стратегии, которые требуют наибольшего «интеллектуального капитала» для применения.

Остальные две стратегии – арбитраж своп спреда и арбитраж волатильности легко автоматизируются и не требуют использования сложного моделирования, в то время как каждая из первых трех стратегий опирается на свою отдельную сложную модель и требует автоматизации многих расчетов. Первые три стратегии более сложные, следовательно, они применяются небольшим числом высококвалифицированных арбитражеров. Этот факт и результаты упомянутого исследования приводят к пониманию степени

конкуренции среди арбитражеров как одного из факторов, который влияет на результативность арбитражера. Более низкий уровень конкуренции, свойственный сложным стратегиям, позволяет им генерировать избыточную доходность.

Поскольку арбитражные позиции представляют собой портфели длинных и коротких позиций, арбитражные стратегии часто рассматриваются как нейтральные к рыночному риску (рыночно-нейтральные). Что касается арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, рыночная нейтральность позиции обычно означает, что дюрация по короткой позиции компенсирует дюрацию длинной позиции. Однако важно заметить, что хедж на базе дюрации (или даже на базе дюрации и выпуклости) в большинстве случаев является не идеальным. Когда происходит значительное движение процентной ставки, хедж будет обычно лишь приблизительным, и хедж на базе дюрации не защитит от непараллельных сдвигов кривой доходности.

Несмотря на их неидеальные хеджи, арбитражные стратегии на практике относительно не коррелированы с доходностями рынка. В качестве иллюстрации можно привести исследование В. Фанга и Д. Шея [56], где они показывают, что, согласно HFR (поставщик данных о хедж-фондах), доходность группы хедж-фондов, занимающихся арбитражем на рынке долговых инструментов и их деривативов, имеет низкую корреляцию с индексами облигаций. Однако, они находят, что данная группа имеет положительную корреляцию с кредитным спредом Высокодоходные облигации-Трежериз, что говорит о непрямой подверженности риску процентной ставки.

Модельный риск для участника рынка, реализующего арбитражные стратегии, – это риск неверных допущений торговых моделей или моделей ценообразования, в них встроенных, способных привести к потерям арбитражера за счет неверных прогнозов.

К модельному риску мы относим в том числе и риск излишней простоты торговой модели арбитража. Как уже отмечалось, в своем исследовании стратегий арбитража Дж. Дюарт с соавторами определили, что значительную

доходность после поправки на риск-факторы приносят только арбитражные стратегии, основывающиеся на моделях ценообразования, требующих существенного интеллектуального капитала для своего внедрения, т.е. на достаточно сложных моделях, таких как модель кредитного риска CreditGrades или двух-факторная афинная модель кривой доходности.

Разработанная нами классификация рисков арбитражных стратегий с точки зрения критерия контролируемости представлена в таблице 6 и предлагается впервые.

Таблица 6 – 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.

Мы выявили 12 видов риска, которым подвержена деятельность арбитражеров на рынках долговых инструментов и их деривативов. По итогам их анализа ровно половина рисков была классифицирована как группа частично контролируемых рисков. Для каждого риска данной группы был предложен метод его минимизации. Остальная половина рисков была классифицирована как группа неконтролируемых рисков.

Переходим к выводам по итогам первой главы. Гипотеза адаптивных рынков предполагает существование рыночных неэффективностей и арбитражных возможностей, а также дает ориентир для создания успешных

торговых моделей, который заключается в подстраивании под изменяющиеся рыночные условия.

Базовыми элементами портфельной политики являются инвестиционные стратегии, которые могут быть активными и пассивными. Активные стратегии могут быть направленными, т.е. подверженными рыночному риску, и рыночно-нейтральными, которые представляет арбитраж.

Составленная типология арбитражных стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов позволяет определить сегменты рынка, необходимые для реализации соответствующих стратегий и понять методику извлечения прибыли. Некоторые совокупности стратегий были отнесены к новым, с точки зрения соответствующей типологии, видам: арбитраж на рынке негосударственного долга и интернациональный арбитраж.

В результате анализа 12 видов рисков, которым подвержены арбитражеры на рынках долговых инструментов и их деривативов, шесть (специфический риск, модельный риск, риск балансовой ликвидности, риск рыночной ликвидности, риск процентной ставки и кредитный риск) были отнесены к группе частично контролируемых рисков, для которых предложены методы их минимизации. Шесть других рисков мы относим к неконтролируемым рискам (риск хвостового события, риск недоступности заемного финансирования, риск выводов денег инвесторами, риск «заражения», риск избегания рисков конкурентами, риск недостаточного объема совокупного капитала, задействованного в арбитражном бизнесе).

ГЛАВА 2

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРГОВЫХ МОДЕЛЕЙ АРБИТРАЖА НА РЫНКАХ ДОЛГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ДЕРИВАТИВОВ

2.1 Сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража

В данном параграфе мы произведем сравнительный анализ фондовых рынков России, Италии и США с точки зрения применимости торговых моделей арбитража по шести параметрам: риск, ликвидность, капитал потенциальных инвесторов, доступность финансовых инструментов, объем арбитражного капитала (капитал, задействованный в арбитражных стратегиях) и финансовая грамотность населения.

Поскольку одна из предлагаемых нами торговых моделей в третьей главе разработана для рынков фьючерсов на долговые инструменты, то, чтобы выбрать страну для сравнительного анализа ее фондового рынка с фондовым рынком России, мы рассмотрели все рынки стран, на которых обращаются фьючерсные контракты на национальные государственные облигации. Помимо России, таких оказалось 15: США, Канада, Мексика, Германия, Франция, Италия, Испания, Швеция, Великобритания, Швейцария, ЮАР, Япония, Австралия, Южная Корея и Китай.

Мы отсеивали рынки по следующим характеристикам:

- сопоставимость капитализации фондового рынка с капитализацией российского фондового рынка;
- присутствие как минимум трех корзин облигаций разной срочности, на каждую из которых торгуется фьючерс, так как только в таком случае можно составить не меньше трех торгуемых пар фьючерсов, что было одной из наших целей;
- достаточная историческая глубина данных по трем фьючерсам (не менее 5 лет);

- отсутствие экстраординарных шипов в данных цен;
- доступность данных в виде цен сделок по фьючерсам.

После произведенного отсева наиболее подходящим рынком оказался рынок Италии. США же мы рассматриваем как наиболее развитый и эталонный рынок.

Каждый параметр сравнительного анализа включает в себя от одного до восьми показателей, как представлено в таблице 7.

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.

Параметр «риск» учитывает риски, опасные для арбитражера, связанные с возможностью дефолта по государственным и корпоративным долговым бумагам, а также связанные с нестабильностью рынков и национальной валюты.

Параметр «ликвидность» весьма важен для арбитражеров, так как им необходимо для фиксации прибыли выходить из позиций без значительного влияния на цены инструментов.

Параметр «капитал потенциальных инвесторов» мы приняли во внимание, так как такой основной арбитражер, как хедж-фонд, может функционировать лишь при стабильно присутствующем капитале инвесторов под его управлением.

Параметр «объем арбитражного капитала» часто определяет возможность реализации торговых моделей арбитража. Это обусловлено тем, что при слишком низком количестве арбитражеров на рынке спред может не сходиться, а рынок вести себя иррационально очень долгое время, что негативно сказывается на доходностях портфелей арбитражеров.

Параметр «финансовая грамотность населения» имеет двойное значение. С одной стороны, хедж-фонд с его сложными арбитражными стратегиями привлекает в основном финансово грамотных инвесторов. С другой стороны, чем менее финансово грамотны инвесторы в хедж-фонд, тем больше риск паники

в кризисные периоды, что может вызвать отток капитала в неподходящий для арбитражера момент.

Таблица 7 – Сравнение ключевых параметров рынков

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, % 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 на основе источников данных 2018 г. [12; 13; 14; 31; 46; 55; 80; 100; 107; 108; 114; 123; 124; 131; 138].

Параметр «доступность финансовых инструментов», который мы определяем показателем количества долговых инструментов и их деривативов, обращающихся на соответствующем рынке, обуславливает количество торговых моделей арбитража, которые могут на нем реализовываться. В таблице 8 перечислены долговые инструменты и их деривативы, которые присутствуют или отсутствуют (+ и – соответственно) на фондовых рынках США, Италии и России.

Таблица 8 – Присутствие долговых инструментов их деривативов на рынках США, Италии и России

Инструмент	Рынок США	Рынок Италии	Рынок России
Государственные облигации	+	+	+
Муниципальные облигации	+	+	+
Корпоративные облигации	+	+	+
Ипотечные облигации	+	+	+
Ценные бумаги, обеспеченные активами	+	+	+
CDS в национальной валюте	+	+	-
CDO	+	+	-
CDS-корзины	+	-	-
Конвертируемые облигации в национальной валюте	+	+	-
Долларовые конвертируемые облигации	+	-	+
Процентные свопы	+	+	+
Фьючерсы на процентную ставку	+	+	+
Опционы на процентную ставку	+	+	-
Свопционы	+	+	+
Стрипы	+	+	-
Фьючерсы на индекс корпоративных облигаций	+	+	-
Портфельные корпоративные CDS	+	+	-
Фьючерсы на корзины государственных облигаций	+	+	+
Долларовые CDS	+	-	+
Свопы на совокупный доход по облигациям	+	+	-
Примечание – «+» означает присутствие инструмента, а «-» - отсутствие			

Источник: составлено автором.

Основными арбитражерами на мировых финансовых рынках являются хедж-фонды, следовательно, объем арбитражного капитала на рынке зависит от степени присутствия хедж-фондов. Не так давно хедж-фонды в России были весьма ограничены в выборе финансовых инструментов, но на данный момент

российские хедж-фонды, зарегистрированные в необходимой организационно-правовой форме, обладают доступом к большинству финансовых инструментов, необходимых для реализации всевозможных стратегий, в том числе арбитражных.

В нашей статье мы даем развернутую характеристику хедж-фонда: «Хедж-фонды – это фонды альтернативных инвестиций, управляющие сгруппированными средствами от институциональных и аккредитованных (квалифицированных) частных инвесторов. Их целями являются минимизация риска при заданной планируемой доходности или максимизация доходности при заданном планируемом риске. Доходность хедж-фондов, как правило, не имеет положительной корреляции с доходностью фондовых индексов, так как они активно используют как длинные позиции (игра на повышение), так и короткие позиции (игра на понижение). Типично для хедж-фонда применять рыночно-нейтральные стратегии, когда элиминируется рыночный (системный) риск. К подобным стратегиям относятся парный трейдинг на рынке акций, арбитраж на рынке облигаций и другие стратегии относительной стоимости. Хедж-фонд отличается использованием в торговле коротких продаж, заемных средств и производных финансовых инструментов (деривативов)» [7].

Развитие системы вложений в хедж-фонды в России способствует развитию инвестиционного процесса, а также росту объемов вкладов средств населения и компаний благодаря тому, что подобные инвестиции предлагают более высокую доходность. Налаженная система хеджирования рисков, использование полного спектра инструментов фондового рынка и финансовых инноваций будет способствовать притоку инвестиций в реальный сектор экономики и стабилизирует экономику страны [7].

В федеральном законе РФ «Об инвестиционных фондах» [2], а также в нормативных актах Банка России не фигурирует понятие «хедж-фонд». Однако, в результате анализа указанных документов, в т.ч. Указания Банка России от 05.09.2016 № 4129-У (в редакции от 06.04.2017) "О составе и структуре активов акционерных инвестиционных фондов и активов паевых инвестиционных

фондов" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.11.2016 № 44339) [1], мы выявили, что оптимальной организационно-правовой формой для хедж-фонда является интервальный паевой инвестиционный фонд финансовых инструментов.

Выбор фонда финансовых инструментов, а не фонда рыночных финансовых инструментов обусловлен тем, что фонд должен быть для квалифицированных инвесторов, так как это позволяет избежать ограничений по составу и структуре активов. Акционерный инвестиционный фонд для квалифицированных инвесторов имеет ограничение – запрет на наличные денежные средства, поэтому выбираем ПИФ. Открытый ПИФ имеет структурное ограничение, связанное с минимальной долей низкорисковых активов, а также он не подходит для хедж-фонда как форма, так как в портфель хедж-фонда могут входить высоковолатильные и низколиквидные инструменты, что не согласуется с обязательством открытых фондов погашать паи по требованию в любой день. Закрытый фонд может не привлечь многих недолгосрочных инвесторов, так как его паи могут быть погашены лишь при закрытии фонда. Интервальный ПИФ как раз удовлетворяет характеристикам условий погашений в хедж-фондах на развитых западных рынках.

Хедж-фонд, как финансовый институт, представляет для российских инвесторов новое явление, и его институциональное обеспечение изменяется параллельно изменениям на мировых рынках ценных бумаг. Ввиду того, что в деятельности финансовых компаний на организованном рынке ценных бумаг периодически отмечаются нарушения, к хедж-фондам также могут быть применены санкции в соответствии с законодательством РФ. К числу возможных правонарушений относятся незаконные сделки с ценными бумагами, недобросовестная эмиссия ценных бумаг, нарушение правил приобретения 30% акций ПАО и другие.

В подобных условиях существенную роль приобретают институты по предупреждению недобросовестных схем деятельности на фондовом рынке и по улучшению корпоративного управления. От повышения прозрачности операций

в сфере хедж-фондов и от приведения в порядок работы профессиональных участников фондового рынка зависит рост предложения инвестиционных ресурсов и спроса на них, минимизация рисков инвестиций, увеличение объема сделок на рынке, и, как следствие – повышение управляемости фондовым рынком страны.

В нашей статье мы аргументируем необходимость минимализма в сфере регулирования хедж-фондов: «Регулирование хедж-фондов в России и всевозможные ограничения, связанные с их инвестиционной деятельностью, должны быть минимальны. Регулирование должно быть нацелено лишь на предотвращение различных форм мошенничества, типа финансовых пирамид.

Доводы тех, кто выступает за регулирование хедж-фондов, делают акцент на потребности в защите инвестора и поддержании стабильности фондового рынка. Однако, если учесть, что в хедж-фонды инвестируют богатые и высококвалифицированные частные инвесторы, а также институциональные инвесторы, то преимущества от прямого регулирования в этой сфере, обосновываемого необходимостью защиты интересов инвестора, представляются сомнительными и неочевидными. Высококвалифицированные инвесторы, прекрасно осознавая все инвестиционные риски, не желают быть ограниченными какими-то дополнительными рамками регулирования. В то время как инвестиции таких строго регулируемых институтов, как страховые компании, банки и пенсионные фонды уже в достаточной мере регулируются надзорными органами, в поле зрения которых они находятся.

Определенной здравый смысл есть в доводах тех, кто объясняет необходимость регулирования хедж-фондов соображениями поддержания стабильности в финансовом секторе, так как, например, крах в 1998 г. известного хедж-фонда LTCM мог бы вызвать системный кризис, если бы не меры финансового спасения, принятые Федеральным резервным банком Нью-Йорка [20].

Однако, тот факт, что хедж-фонды представляют собой большую ценность для финансовой системы, повышают рыночную эффективность, способствуют

установлению на фондовом рынке справедливых цен и предоставляют инвестиционному сообществу альтернативу в выборе объекта вложения капиталов, представляется нам более убедительным доводом, который говорит в пользу отказа от идеи тщательного регулирования хедж-фондов» [7].

На долю хедж-фондов США приходится 2,2 трлн долл. активов под управлением, что составляет 72% активов под управлением хедж-фондов всего мира [129].

Отцом индустрии хедж-фондов считается американец Альфред Винслоу Джонс. Он открыл инвестиционный фонд в 1949 г. [57]. Чтобы обойти ограничения, налагаемые Законом об инвестиционных компаниях 1940 г., он ограничил число инвесторов количеством 99 и зарегистрировал фонд как ограниченное партнерство в 1952 г. Он начал применять в торговле фонда короткие продажи и левверидж, что позволило ему зарабатывать доходность выше среднерыночной и извлекать прибыль даже в условиях падения рынка. А.В. Джонс стремился минимизировать и захеджировать риск долгосрочных длинных позиций в акциях с помощью короткой продажи акций более слабых компаний [19].

Его стратегия генерировала значительные доходности, однако популярность среди остальных игроков рынка начала приобретать не сразу. Лишь в 1960-х годах на подход А.В. Джонса стали обращать внимание известные финансисты, как, например, Дж. Сорос, и начали его использовать, запустив свои фонды [126].

А.В. Джонс занимался успешной инвестиционной деятельностью в безвестности 17 лет. В 1966 г. вышла статья в журнале Форчун «Джонс, с которым никто не может справиться» [86], которая принесла ему и его подходу публичную известность. В статье описывались детали его подхода, и также было зафиксировано, что доходность его партнерства превзошла доходность лучшего взаимного фонда за последний год на 44%, и превзошла доходность лучшего взаимного фонда за пять лет на 85%. Такая картина побудила инвесторов вкладывать деньги под управление хедж-фондов, а портфельных менеджеров

использовать подход А.В. Джонса в преследовании получения комиссий с прибыли управляемых портфелей. В 1968 г. насчитывалось порядка 140 хедж-фондов [94].

Инвесторов в хедж-фонды привлекало то, что их доходности имели низкую корреляцию с рыночными доходностями, то есть они были захеджированы от экономических спадов. А.В. Джонс взимал комиссию с инвесторов в его хедж-фонд в размере 20% от прибыли на инвестиции, что стало стандартом для индустрии хедж-фондов. Однако фонд А.В. Джонса отличало то, что он не взимал управленческую комиссию, которая у большинства современных хедж-фондов равна 1-2% от среднегодовой стоимости активов.

Комиссия по ценным бумагам и биржам США (SEC) не требует от хедж-фондов предоставлять периодические отчеты в соответствии с Законом о фондовых биржах 1934 г. Хедж-фонды в США подвержены ограниченному регулированию, и их прозрачность существенно меньше, чем прозрачность взаимных фондов.

В то же время SEC сохраняет контроль над тем, кто может быть допущен к инвестированию средств в хедж-фонд. По правилам SEC лишь квалифицированные клиенты или аккредитованные инвесторы могут принимать на себя риски, связанные с участием в хедж-фондах.

Также в США наложены строгие ограничения на маркетинговую деятельность хедж-фондов. Только квалифицированные инвесторы, у которых подтвержден необходимый уровень объема капитала могут получить доступ к веб-сайту хедж-фонда.

Индустрия хедж-фондов в США имела также и тяжелые времена. Дело в том, что многие хедж-фонды перестали применять хеджевые техники ввиду того, что бычий рынок поздних 1960-х годов делал невыгодным открывать короткие позиции. И многие хедж фонды встали в долгосрочные длинные позиции с высоким левериджем. Такая практика привела к крупным потерям хедж-фондов в 1969–1970 гг. и к закрытию многих хедж-фондов во время медвежьего рынка 1973–1974 гг. Хедж-фонды с более разумными менеджерами выжили, однако

гораздо большее количество хедж-фондов закрылось. По данным Tremont Partners в 1984 г. насчитывалось лишь 68 хедж-фондов.

Индустрия хедж-фондов получила новый импульс к восходящей фазе в начале 1990-х годов, когда в финансовой прессе появилась информация о высоких доходностях, достигнутых известными управляющими хедж-фондов – Дж. Соросом (Quantum Fund) и Дж. Робертсоном (Tiger Fund). Многие хедж-фонды начали применять новые торговые модели, отличающиеся от арбитражного портфеля акций А.В. Джонса. Так, Дж. Сорос отличился успешной торговлей на валютном рынке, а Робертсон использовал современные финансовые деривативы, такие как фьючерсы и опционы, которых не существовало во времена А.В. Джонса. Волна благоприятной рекламы и доступность различных инструментов хеджирования повлияли на процветание индустрии хедж-фондов. В 2016 г. в мире функционировало порядка 10000 хедж-фондов.

Хедж-фондам привлекательнее, на первый взгляд, заниматься арбитражем на зарубежных рынках, особенно в США. По пяти из восьми показателей таблицы 7, 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 приводит нас к выводу, что на данном этапе итальянский рынок долговых инструментов и их деривативов предпочтительней для арбитража, чем российский. Однако, более низкая ликвидность российского рынка может создавать больше премий для некоторых арбитражных стратегий, что говорит о интересных перспективах для арбитражеров на нашем рынке. Необходимо создание торговых моделей, благодаря которым участники рынка смогут

активизировать свою деятельность и заработать прибыль, в то же время повышая ликвидность и эффективность российского рынка, о чем написано в третьей главе.

2.2 Особенности современных подходов к статистическому арбитражу

В начале 1980-х годов финансовый математик с Уолл-стрит из компании Morgan Stanley Гэрри Бамбергер предположил, что может быть выгодным хеджировать позиции внутри отраслевой группы в соответствии с набором определенных правил [136]. Эта идея была далее развита его коллегой Нанзио Тартгалией, который возглавлял команду математиков, физиков и программистов в целях разработки алгоритмов автоматической торговли [135]. Позднее данные алгоритмы стали известны как «черный ящик» Morgan Stanley, зарекомендовавший себя как высоко прибыльный в последующие годы.

Одной из стратегий, которые создала команда Morgan Stanley, была интуитивно простой, но в то же время не тривиальной: найти две ценные бумаги, чьи цены имеют тенденцию двигаться достаточно синхронно ввиду фундаментальной связи, и, когда замечается аномалия в связи, заключаются сделки по этой паре в ожидании, что изначальная связь восстановится. Данная стратегия с тех пор стала называться парный трейдинг.

Как результат возникшего интереса к количественным методам Morgan Stanley и постепенной смены мест работы участников группы Н. Тартгалии сформировались новые хедж-фонды. В том числе благодаря возросшему академическому интересу количественный трейдинг и статистический арбитраж стали хорошо известны в финансовой индустрии, и парный трейдинг используется широко среди институциональных инвесторов сегодня [105].

В то время как статистический арбитраж и парный трейдинг существуют уже более 30 лет, мало статей на данный предмет было опубликовано в ведущих академических журналах. Мы представим небольшой обзор наиболее заметной литературы.

Статья И. Гатева с соавторами [58], возможно, наиболее цитируемая в контексте парного трейдинга. Они провели бэк-тестирование простого торгового алгоритма на дневных данных за период 1962-2002 гг., используя акции, составляющие индекс S&P 500, и обнаружили среднегодовую доходность 11% для портфелей пар. Хотя их предложенная стратегия прибыльна, авторы замечают, что генерируемые доходности снизились в более поздние годы, возможно, ввиду усилившейся конкуренции среди хедж-фондов и/или ввиду снижения влияния фундаментального общего фактора, который воздействует на доходности в стратегии парного трейдинга. Глубокий анализ характеристик риска показал, что доходности стратегии имеют высокую альфу с поправкой на риск и незначительную подверженность факторам систематического риска.

С.К. Андрейд с соавторами [21] повторил исследование И. Гатева на данных Тайваньского рынка акций за 1994–2002 гг., выявив похожие результаты со среднегодовой доходностью 10%.

М.С. Перлин [102] протестировал торговую стратегию во многом аналогичную И. Гатеву на бразильском фондовом рынке, используя дневные, недельные и месячные данные. Он выявил, что дневные данные генерируют значительно более высокие доходности, чем более низкочастотные периоды. Также его результаты показали, что доходности чувствительны к установлению параметров триггеров на открытие и закрытие позиций.

Б. До и Р. Фафф [40] воспроизвели исследование И. Гатева, получив почти что идентичные результаты. Расширяя исследование до первой половины 2008 г., они выявили, что доходности стратегии продолжают снижаться при убыстряющейся скорости. В противовес распространенной точке зрения, что повышенная активность хедж-фондов снижает потенциал прибыли, они утверждают, что снижение прибыли связано с изменениями в природе «Закона одной цены», так как все большее количество пар не сходится после дивергенции. Это сигнализирует об изменении в фундаментальных общих факторах, на основе которых торговые алгоритмы были сформированы. Иначе

говоря, пары ценных бумаг, которые исторически были субститутами могут больше не являться таковыми в будущих временных периодах.

В более поздней статье Б. До и Р. Фафф [39] делают вывод, что включение торговых издержек существенно влияет на прибыли, что вкупе с сузившимися торговыми возможностями сделало парный трейдинг на рынке акций по большей части неприбыльным после 2002 г.

Д. Боуэн с соавторами [30] бэктестировал алгоритм парного трейдинга, используя внутрисуточные данные за 2007 г., и пришел к выводу, что доходности высокочувствительны к скорости исполнения приказов. Более того, после учета транзакционных издержек и временного лага при открытии позиции, избыточная доходность полностью нивелируется.

Дж. Энгелберг с соавторами [47] преследовал цель объяснить природу прибылей парного трейдинга и обнаружил, что возможности для извлечения прибыли имеют наибольшую степень вскоре после дивергенции спреда от равновесия, и что дивергенция сильно привязана к тому, как информация распространяется на рынках ценных бумаг, которые формируют пару. Специфические шоки ликвидности положительно воздействуют на прибыльность в большей степени, чем специфические новости. В то же время, когда информация имеет одинаковое значение для обоих составляющих пары, прибыльные возможности могут возникнуть, когда информация быстрее учитывается рынком одной ценной бумаги, чем другой.

С.Н. Володин и И.А. Коченков [4] исследовали эффективность статистического арбитража на паре фьючерсов – фьючерс на обыкновенные акции против фьючерса на привилегированные акции Сбербанка на часовых данных. Их торговая модель показала высокую доходность.

В.С. Липатников с соавторами [5] оценили эффективность своей торговой модели на паре фьючерсов – на акции компании Транснефть и на акции компании Татнефть, выявив устойчивую высокую доходность данной пары.

Мы полагаем, что нет однозначного ответа генерирует ли статистический арбитраж сверхприбыль. Арбитражерам необходимо формировать портфельную

политику в соответствии с торговыми моделями, которые подтвердили свою эффективность на конкретном рынке с определенными инструментами.

2.3 Анализ моделей кредитного риска и их применения для арбитража

Кризис 2008-2009 гг. показал ненадежность использования лишь кредитных рейтингов рейтинговых агентств для того, чтобы судить о кредитном риске долговых инструментов. Альтернативным подходом является использование количественных моделей кредитного риска. Для арбитражера представляет интерес моделирование кредитного риска, выражаемого в кредитном спреде корпоративных облигаций или же в CDS-спреде. Количественные модели позволяют определить, насколько адекватно рынок учитывает кредитный риск в стоимости корпоративной облигации, и подать сигналы на открытие арбитражных позиций. Также количественные модели кредитного риска являются важными инструментами риск-менеджмента финансовых организаций.

Два подхода к моделированию кредитного риска получили признание и широкое распространение – это структурные модели и модели приведенной формы. Каждая модель из данных типов моделей позволяет смоделировать вероятность дефолта и справедливое значение кредитного спреда.

Традиционный фундаментальный анализ и структурные модели в общем основываются на одних и тех же входных параметрах баланса компании. Однако, фундаментальный анализ, используемый многими аналитиками, требует глубоких знаний о компании и отрасли, что отражается в его дороговизне и большой продолжительности по времени. Модели же, основанные на данных рынка акций, являются эффективными инструментами для анализа сразу большого количества эмитентов. В то же время прогнозы аналитиков могут быть встроены в структурные модели, что позволяет учесть качественную информацию, которая пока не отразилась в балансе. Прогнозы могут быть

использованы для генерирования разных сценариев относительно будущих обязательств, а также для более реалистичной оценки порога дефолта.

При структурном подходе активы и обязательства компании включаются в модель одновременно. Структурные модели основываются на фундаментальных данных компании, принимая во внимание баланс и стоимость активов. Согласно структурным моделям, дефолт возникает, когда стоимость активов компании падает ниже уровня ее обязательств. Входными параметрами таких моделей являются стоимость обязательств компании, которая берется обычно из баланса, рыночная стоимость акционерного капитала и вмененная волатильность акций.

Использование информации с рынков акций позволяет оценивать долговые инструменты независимо и без необходимости в информации об аналогичных кредитных спредах других инструментов. Следует учесть, однако, что на рынке бывают времена, когда цены акций сильно завышены, как это было, например, на рынке США в конце 1990-х годов. В такой ситуации цена акций может оказаться ненадежным индикатором настоящей стоимости активов компании.

Структурные модели должны применяться к финансовым институтам с осторожностью, так как сложно оценить их активы и обязательства, а также в виду их особого регулирования дефолт может не произойти, даже если стоимость активов упадет ниже стоимости обязательств фирмы.

Перейдем к рассмотрению известной структурной модели CreditGrades (CG), принадлежащей компании RiskMetrics. Целью данной модели являлось создать надежную и простую концепцию, связывающую рынок акций и долговой рынок. Взаимосвязь между корпоративным долгом и акциями впервые была предложена Ф. Блэком и М. Шоулзом [27], а также Р. Мертоном [95]. Данные авторы заметили, что акционерный капитал может быть смоделирован как колл-опцион на активы компании, и что стоимость долга компании – это стоимость активов компании сверх стоимости акционерного капитала. Данный подход был далее развит Ф. Блэком и Дж. Коксом [28], а позднее – Х. Лилэндом [78]. В

соответствии с их подходом (к которому и относятся структурные модели), дефолт происходит, когда стоимость активов компании пересекает predetermined дефолтный барьер.

Модель CG использует структурную концепцию, чтобы установить связь между кредитными и долевыми деривативами. По большей части модель CG может рассматриваться как практическая реализация стандартной структурной модели. Модель CG использует приблизительные оценки для стоимости активов, волатильности и смещения, которые увязывают данные цифры с наблюдаемыми рыночными параметрами. Результирующая формула является привлекательно простой и может аппроксимировать любые сложные модели, основанные на аналогичных фундаментальных предположениях. Детали описаны в работе Дж. Пэна [101].

Одна модификация стандартной структурной модели, которая присуща модели CG, направлена на то, чтобы решить проблему искусственно заниженных краткосрочных спредов в структурных моделях. Данные низкие спреды возникают, поскольку стоимость активов, в начале находящаяся выше барьера, не может достигнуть барьера немедленно лишь за счет диффузии. Дж. Халл и А. Уайт [67] решают данную проблему, используя дефолтный барьер, зависимый от времени, который калибруется к рыночным спредам. Альтернативным подходом является включение скачков в процесс стоимости активов. В подходе CG моделируется неопределенность в дефолтном барьере, что объясняется тем, что невозможно знать точный уровень левериджа компании, за исключением времени, когда компания испытывает дефолт. Неопределенность барьера допускает возможность того, что стоимость активов компании может быть ближе к точке дефолта, чем могло представляться. Это приводит к более высоким краткосрочным спредам, чем те, которые могли быть выведены без неопределенности барьера. Таким образом, стандартное отклонение норм возврата принимает на себя важную роль в расчетах вероятности дефолта и ее срочной структуры.

Мы предполагаем стохастический процесс V и определяем дефолт, как первый момент времени, когда V пересекает дефолтный барьер. V может интуитивно пониматься как процесс стоимости активов на акцию. Мы определяем дефолтный барьер, как стоимость активов компании, которая остается в случае дефолта. Это число является стоимостью возврата, которую получают держатели долговых обязательств, т.е. $L * D$, где L – средняя норма возврата на долг и D – сумма долга на акцию компании.

В модели CG предполагается, что стоимость активов следует геометрическому Броуновскому движению в соответствии с формулой (2).

$$\frac{dV_t}{V_t} = \sigma dW_t + \mu_D dt, \quad (2)$$

где V_t – стоимость активов на акцию во время t ;

t – время;

σ – волатильность стоимости активов;

W – стандартное броуновское движение;

μ_D – смещение стоимости активов, которое задается равным 0.

Поскольку стандартная структурная модель со стоимостью активов, развивающейся путем чистой диффузии, и фиксированным дефолтным барьером производит нереалистичные краткосрочные кредитные спреды, модель CG предполагает случайность средней нормы возврата L . Это связано с высокой дисперсией распределения норм возврата. Помимо зависимости от отраслевой специфики, норма возврата может быть значительно подвержена влиянию фактора того, что послужило триггером дефолта – финансовые или операционные сложности, а также того фактора, будет ли компания реструктурирована или ликвидирована.

CG предполагает, что норма возврата L следует логарифмически нормальному распределению со средним значением \bar{L} и процентным

стандартным отклонением λ в соответствии с формулами (3) и (4). Дефолтный барьер рассчитывается в соответствии с формулой (5).

$$\bar{L} = \mathbf{E}L, \quad (3)$$

$$\lambda^2 = \text{Var} \log(L), \quad (4)$$

$$LD = \bar{L}D e^{\lambda Z - \lambda^2/2}, \quad (5)$$

где L – норма возврата;

λ – процентное стандартное отклонение нормы возврата;

\log – натуральный логарифм;

D – сумма долга на акцию компании;

Z – стандартная нормальная случайная переменная;

Случайная переменная Z независима от Броуновского движения W . Z – неизвестна во время t , равное нулю, и обнаруживается только во время дефолта. Благодаря установке Z случайной величиной удастся учесть неопределенность в фактическом уровне долга на акцию компании. Таким образом, имеет место некоторый истинный уровень L , который не развивается в течение времени, но который невозможно наблюдать с определенностью. При неопределенной ставке возврата дефолтный барьер может быть достигнут неожиданно, что выльется в скачкообразное событие дефолта.

При изначальной стоимости активов V_0 дефолт не возникает до тех пор, пока выполняется условие формулы (6):

$$V_0 e^{\sigma W_t - \sigma^2 t/2} > \bar{L}D e^{\lambda Z - \lambda^2/2}. \quad (6)$$

Вероятность выживания компании в момент времени t определяется вероятностью того, что стоимость активов (2) не достигнет барьера (5) перед временем t .

Представляя процесс стоимости активов на акцию формулой (7):

$$X_t = \sigma W_t - \lambda Z - \frac{\sigma^2 t}{2} - \frac{\lambda^2}{2}, \quad (7)$$

где X_t – стоимость активов на акцию во время t ,
мы переписываем формулу (6) в виде формулы (8):

$$X_t > \log\left(\frac{\bar{L}D}{V_0}\right) - \lambda^2, \quad (8)$$

где V_0 – стоимость активов на акцию во время t_0 .

Для $t \geq 0$, X_t нормально распределен при условиях формул (9) и (10):

$$EX_t = -\frac{\sigma^2}{2} \left(t + \frac{\lambda^2}{\sigma^2} \right), \quad (9)$$

$$\text{Var } X_t = \sigma^2 \left(t + \frac{\lambda^2}{\sigma^2} \right). \quad (10)$$

Если $\lambda \neq 0$, X_0 имеет позитивную дисперсию. Процесс X аппроксимируется с помощью Броуновского движения \hat{X} со смещением $-\sigma^2/2$ и дисперсией σ^2 . Задается условие, что \hat{X} начинается во время $-\Delta t = -\lambda^2/\sigma^2$ с $\widehat{X}_{-\Delta t} = 0$. Можно заметить, что для $t \geq 0$, моменты \widehat{X}_t соответствуют моментам X_t . Аппроксимация заменяет неопределенность в дефолтном барьере неопределенностью в уровне стоимости активов во время 0. Поскольку модель движет дистанция между стоимостью активов и дефолтным барьером, данная аппроксимация имеет незначительное влияние.

Теперь может быть описано использование распределений для первого времени касания Броуновского движения. В частности, для процесса $Y_t = at + bW_t$ с постоянными a и b , мы имеем следствие в формуле (11):

$$P\{Y_s > y, \forall s < t\} = \Phi\left(\frac{at - y}{b\sqrt{t}}\right) - e^{\frac{2ay}{b^2}} \Phi\left(\frac{at + y}{b\sqrt{t}}\right), \quad (11)$$

где P – вероятность выживания;

Y_s – стоимость активов на акцию компании во время s ;

y – дефолтный барьер;

t – время;

Φ – кумулятивное нормальное распределение;

Чтобы применить данный результат к \hat{X} , мы задаем $a = -\frac{\sigma^2}{2}$, $b = \sigma$ и $y = \log\left(\frac{\bar{L}D}{V_0}\right) - \lambda^2$, и заменяем t на $t + \lambda^2/\sigma^2$, получая формулу (12) в закрытой форме для вероятности выживания к времени t :

$$P(t) = \Phi\left(-\frac{A_t}{2} + \frac{\log(d)}{A_t}\right) - d * \Phi\left(-\frac{A_t}{2} - \frac{\log(d)}{A_t}\right), \quad (12)$$

где, соответственно формулам (13) и (14), переменные A и d рассчитываются так:

$$d = \frac{V_0 e^{\lambda^2}}{LD}, \quad (13)$$

$$A_t^2 = \sigma^2 t + \lambda^2. \quad (14)$$

Заметим, что вероятность выживания, полученная из (12), внутренне включает возможность дефолта в периоде $(-\Delta t, 0]$, что производит парадоксальный результат, что имеет место ненулевая вероятность дефолта во время $t=0$. Эта особенность может рассматриваться как технический артефакт модельных допущений, а именно логарифмической нормальности дефолтного барьера. Но в то же время данное свойство способствует получению простой

формулы для вероятности выживания, а также генерированию оправданных значений спредов для инструментов с коротким сроком до погашения (от шестимесячных до двухлетних).

Чтобы конвертировать вероятность выживания по модели CG в стоимость CDS, мы должны установить два дополнительных параметра: безрисковую ставку r и норму возврата R базового обязательства. Заметим, что R отличается от \bar{L} тем, что R – это ожидаемая норма возврата на отдельный класс долга компании, в то время как \bar{L} – это ожидаемая норма возврата, усредненная по всем классам долга. R для необеспеченного долга обычно ниже, чем \bar{L} , поскольку обеспеченный долг имеет более высокую норму возврата.

Чтобы оценить CDS, мы разрешаем модель относительно непрерывно наращиваемого спреда c^* так, чтобы ожидаемые платежи премий по CDS уравнивать с ожидаемыми выплатами компенсаций. При постоянной безрисковой ставке r и функции вероятности выживания, заданной моделью CG, спред для CDS со сроком t может быть выражен в соответствии с формулой (15):

$$c^* = r(1 - R) \frac{1 - P(0) + e^{r\xi}(G(1 + \xi) - G(\xi))}{P(0) - P(t)e^{-rt} - e^{r\xi}(G(t + \xi) - G(\xi))}, \quad (15)$$

где r – безрисковая ставка;

R – норма возврата базового обязательства;

$\xi = \lambda^2/\sigma^2$, а функция G задана М. Рубинштейном и И. Ринером [113] в соответствии с формулой (16):

$$G(u) = d^{z+1/2} \Phi\left(-\frac{\log(d)}{\sigma\sqrt{u}} - z\sigma\sqrt{u}\right) + d^{-z+1/2} \Phi\left(-\frac{\log(d)}{\sigma\sqrt{u}} + z\sigma\sqrt{u}\right), \quad (16)$$

где, соответственно формуле (17) переменная z рассчитывается так:

$$z = \sqrt{\frac{1}{4} + 2r/\sigma^2}. \quad (17)$$

Компания Moody's KMV также использует структурный подход, чтобы рассчитать ожидаемую частоту дефолтов (expected default frequency – EDF – то же, что и вероятность дефолта) для различных временных промежутков. Стоимости акций используются вкупе с балансовой информацией, чтобы оценить вероятность дефолта и расстояние до дефолта.

Расстояние до дефолта рассчитывается на основе модели, похожей на модель Мертона. Расстояние до дефолта является разницей между стоимостью компании и номинальной стоимостью долга, выраженной в единицах стандартных отклонений стоимости компании.

EDF рассчитывается в три этапа:

1. Расчет вмененной стоимости активов и волатильности активов, используя, как рыночные данные, так и финансовую отчетность.
2. Расчет расстояния до дефолта.
3. Расчет EDF, используя исторические данные о дефолтах, при заданном расстоянии до дефолта.

Структурная модель, которая служит основанием для модели EDF, – это модель Васичека-Киалхофера (ВК). Концепция ВК подразумевает пять типов требований к денежному потоку компании:

- краткосрочные обязательства;
- долгосрочные обязательства;
- конвертируемые ценные бумаги;
- привилегированные акции;
- обыкновенные акции.

Учет данных разных типов условных требований в модели меняет как процесс стоимости активов, так и граничные условия.

Утечки наличности в форме дивидендов на акции, купонов на облигации и процентных расходов на займы влияют и на вероятности дефолта и на стоимость

долга. Как пример, можно рассмотреть две компании с идентичными активами и долгом в то время, как одна из них платит более высокие дивиденды. Очевидно, что компания, которая платит более высокий дивиденд, имеет более высокую вероятность дефолта, так как несмотря на то, что дивиденд может быть урезан во время кризиса, каждая высокая дивидендная выплата, совершенная до того, как кризис стал очевидным, снизит денежный поток, доступный для обслуживания долга. Модель ВК учитывает денежные выплаты на разные типы требований к активам компании.

Компании могут выпускать ценные бумаги, которые могут быть конвертированы в акции по установленному конверсионному фактору. Такими ценными бумагами часто являются привилегированные акции, но облигации также могут быть конвертируемыми. Выпуская подобные ценные бумаги, компания продает часть положительного дохода, который иначе принадлежал бы владельцам обыкновенных акций.

Рассмотрим две компании: А и Б. Обе имеют одинаковые активы и долг. Компания Б имеет в обращении конвертируемые ценные бумаги, так что количество полностью разбавленных акций (Fully Diluted Shares) в обращении превышает количество обыкновенных акций. При таком сценарии компания Б имеет более низкую стоимость собственного капитала, даже если вероятность дефолта одинаковая. Данная разница становится отраженной в одном из граничных условий для модели ВК, которое заключается в том, что по мере того, как стоимость активов становится сколь угодно большой, производная от стоимости собственного капитала по стоимости активов становится равной коэффициенту – количество акций в обращении делить на количество полностью разбавленных акций в обращении.

Эффект разбавления конвертируемых ценных бумаг снижает чувствительность стоимости собственного капитала к стоимости активов. Если эффект разбавления будет игнорироваться, то аналитик, наблюдая стоимость собственного капитала компании, которая имеет большое количество

конвертируемых ценных бумаг, недооценит рыночную стоимость активов и переоценит вероятность дефолта.

В структурных моделях, которые используют поглощающий дефолтный барьер, два подхода могут иметь место для определения барьера. Дефолтное событие может быть приведено в действие кредиторами, когда стоимость активов компании падает ниже барьера. Альтернативно, если отсутствуют защитные договоренности, компания может выбрать уйти в дефолт, когда стоимость собственного капитала падает до нуля. Если стоимость активов падает ниже определенного порогового уровня, владельцы собственного капитала решают остановить выплаты по долгу, и, таким образом, передать активы компании держателям долга.

В модели EDF барьер – экзогенный, в том смысле, что кредиторы обратно возвращают долг компании, когда стоимость активов достигает значения точки дефолта. Барьер равен стоимости текущих обязательств, приплюсованных к стоимости части долгосрочного долга. Под данным барьером понимается точка дефолта. Барьер формирует второе граничное условие модели – стоимость собственного капитала равна нулю, когда стоимость активов фирмы равна точке дефолта.

Привилегированные акции имеют характеристики и собственного капитала, и долга, и модель EDF принимает во внимание оба данных аспекта. Модель EDF способна учитывать разные типы привилегированных акций, включая конвертируемые привилегированные акции.

Теперь перейдем к оценке волатильности активов при построении модели EDF. Модель ценообразования опционов Блэка-Шоулза изначально была выведена для оценки опционов на акции, где важным входным параметром была волатильность.

В структурных моделях фиксируется процесс стоимости активов, и затем, решается уравнение относительно процесса стоимости собственного капитала, подразумеваемого моделью. Если процесс стоимости активов имеет постоянную волатильность, волатильность подразумеваемого процесса стоимости

собственного капитала меняется со временем. Сложностью, связанной с постоянной волатильностью, является то, что по мере того, как стоимость активов падает близко к дефолтному барьеру, волатильность собственного капитала возрастает, ввиду увеличившегося леввериджа.

В результате этого подход с делевериджем волатильности акций имеет следствием недооценку волатильности активов компании по мере того, как стоимость активов достигает дефолтного барьера. Поэтому необходим прямой показатель волатильности активов, что является одной из ключевых проблем в применении структурных моделей: необходимо оценить волатильность ненаблюдаемой переменной. Модель EDF итерационно оценивает, как стоимость активов компании, так и их волатильность.

Существует два доступных источника информации для оценки волатильности активов: информация, характерная для данной компании (история цен акций и обязательств), и аналогичная информация от совокупности компаний-аналогов. EDF использует информацию, характерную для данной компании, чтобы оценить эмпирическую волатильность, а также информацию от совокупности компаний-аналогов, чтобы оценить модельную волатильность. Таким образом, комбинируется два источника информации. Вес эмпирической волатильности (относительно модельной волатильности) определяется длиной временного ряда цен акции, используемого в оценке эмпирической волатильности.

При заданных волатильности и точке дефолта можно разрешить модель EDF относительно стоимости активов, при которой стоимость собственного капитала, подразумеваемая моделью EDF, равна наблюдаемой стоимости. Таким образом, возможно составить временные ряды стоимостей активов.

Эмпирическую волатильность можно рассчитать итеративным методом [37]. Он состоит в использовании модели EDF для расчета временных рядов стоимости активов и коэффициентов хеджирования, на основе которых с помощью делевериджа акционерные доходности трансформируются в доходности активов. Рассчитывается получающаяся в результате волатильность

доходностей активов и затем перебирается до достижения конвергенции. Дж. Дуан с соавторами [43] показали, что итеративный подход может рассматриваться как применение EM-алгоритма (Expectation-maximization algorithm – алгоритм для нахождения оценок максимального правдоподобия параметров вероятностных моделей): итеративная процедура для оценки эмпирической волатильности оказывается оценкой волатильности активов по методу максимального правдоподобия.

Крупная корпоративная транзакция, например, слияние или поглощение, может иметь следствием устойчивое изменение в волатильности компании. Доходности активов после события обычно являются более информативными, чем доходности активов до события для оценки эмпирической волатильности.

В связи с этим эмпирическая волатильность после корпоративного события рассчитывается в модели по-другому. Если имело место крупное изменение в размере компании или структуре капитала, то эмпирическая волатильность рассчитывается при учете большего веса доходностей активов после события.

Поскольку EDF – это барьерная модель, в ней задействуется формула времени первого достижения, чтобы увязать точку дефолта, волатильность стоимости активов и саму стоимость активов с вероятностью дефолта. Формула (18) определяет приблизительную вероятность дефолта в соответствии с моделью времени первого достижения:

$$DP = 2 * \Phi(-DD), \quad (18)$$

где DP – вероятность дефолта;

Φ – кумулятивное гауссовское распределение;

DD – расстояние до дефолта.

В соответствии с формулой (19) определяется расстояние до дефолта:

$$DD(X_t, \alpha, V, \mu, T, \sigma_A) = \frac{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)T + \log\left(\frac{V}{X_T + \alpha T}\right)}{\sigma_A\sqrt{T}}, \quad (19)$$

где X_T – точка дефолта при рассматриваемом промежутке времени;

α – утечки наличных средств ввиду дивидендов, купонных выплат по облигациям и процентных платежей;

V – стоимость активов компании;

μ – смещение;

T – промежуток времени;

σ_A – волатильность стоимости активов.

Волатильность и стоимость активов компании определяется так, как нами было описано выше. Сумма части долгосрочного долга и всех текущих обязательств составляет точку дефолта. При более длинных промежутках времени долгосрочный долг приобретает более высокую важность, ввиду чего в таких случаях более значительная часть такого долга будет иметь вес в точке дефолта. Волатильность стоимости активов также увеличивает свой вес при больших временных промежутках. Таким образом, расстояние до дефолта изменяется в значительной степени по мере изменения временного промежутка.

Наблюдения показывают, что компании с более низким расстоянием до дефолта имеют более высокую вероятность дефолта, и наоборот. Это говорит о существовании эмпирической взаимосвязи. Но, в то же время, непосредственные предсказания модели расходятся с реальными процентами дефолтов, представленными в исторических данных. При рассмотрении стоимости активов компании как винеровского процесса, взаимосвязь между значением EDF и расстоянием до дефолта должна быть гауссовской. Но в соответствии с данной взаимосвязью при расстоянии до дефолта, превышающем 4, дефолты возникнут приблизительно в 6 случаях из 100000. Это приведет к оценке половины реальных компаний, как безрисковых, что не имеет подтверждения в исторических данных.

Ввиду этого расчет EDF предполагает уход от гауссовского допущения путем внедрения эмпирического установления соответствия, когда учитываются исторические данные о дефолтах.

Модели приведенной формы – это вид безарбитражных моделей. Данные модели могут быть подогнаны к текущей срочной структуре рискованных облигаций, чтобы сгенерировать безарбитражные цены. Данные модели позволяют дефолтному процессу быть отделенным от стоимости активов и обычно используются, чтобы оценивать кредитные деривативы.

Основные особенности моделей приведенной формы:

- предполагаются условия рынка при отсутствии арбитража;
- ставка возврата является входным параметром в модели оценки;
- данные кредитных спредов используются для оценки риск-нейтральных вероятностей;
- вероятности перехода по данным от кредитных агентств могут быть встроены в некоторые из таких моделей. Формирование риск-нейтральной матрицы перехода на основе исторической матрицы перехода является ключевым шагом;
- дефолт может возникнуть случайно на протяжении времени, и вероятность дефолта может быть определена с использованием риск-нейтральной матрицы перехода.

При применении моделей приведенной формы необходимо учитывать такую возможную проблему, как неликвидность базовых активов, несущих кредитный риск. При разработке моделей ценообразования часто делается допущение о присутствии ликвидности. Однако, на практике могут иметь место проблемы при калибровке модели к неликвидным инструментам, и в таких случаях концепция ценообразования может быть нестабильной и предоставлять пользователю ложные результаты.

Другая проблема – это релевантность использования данных кредитных переходов с целью спроектировать будущие вероятности кредитной миграции.

При использовании модели на практике стоит обратить внимание на чувствительность цены к историческим данным кредитного перехода.

Модель Жарро, Ландо и Тернбулла (JLT) фокусируется на моделировании дефолта и кредитной миграции. Ее данные и допущения включают использование:

- статистической матрицы перехода рейтинга, которая основана на исторических данных;
- рыночных цен рискованных облигаций для процесса калибровки;
- допущения постоянной ставки возврата. Сумму возврата предполагается получить в конце срока погашения облигации;
- допущения кредитного спреда для каждого уровня рейтинга.

Модель JLT также предполагает отсутствие корреляции между процентными ставками и миграцией кредитного рейтинга.

Статистическая матрица перехода корректируется путем калибровки ожидаемых стоимостей рискованных облигаций к рыночным стоимостям рискованных облигаций. Скорректированная матрица называется риск-нейтральной матрицей перехода.

Модель JLT позволяет оценивать CDS, так как риск-нейтральная матрица перехода может быть использована для определения вероятности дефолта. Модель JLT чувствительна к уровню допускаемой ставки возврата и к статистической матрице рейтингов. Модель имеет свои преимущества. Поскольку модель основана на кредитной миграции, это позволяет оценивать деривативы, выплаты по которым зависят от кредитной миграции. К тому же вероятность дефолта может быть точно определена и использована для оценки CDS.

Недостатки модели включают тот факт, что она зависит от выбранной исторической матрицы перехода. Применимость этой матрицы к будущим периодам должна быть тщательно рассмотрена, как, например, адекватно ли она описывает будущие паттерны кредитной миграции. Также данная модель предполагает, что все ценные бумаги с одинаковым кредитным рейтингом

имеют одинаковые кредитные спреды. По этой причине уровни спредов, выбранные в модели, являются ключевым допущением в модели ценообразования. Наконец, постоянная ставка возврата является еще одним практическим ограничением, так как на практике ставка возврата будет изменяться.

Третий и последний тип количественных кредитных моделей – это факторные модели. В противоположность структурным моделям и моделям приведенной формы, факторные модели не имеют целью смоделировать дефолт. Факторные модели используют линейную регрессию, чтобы оценить относительную дороговизну или недооцененность долговых инструментов. Факторная модель связывает текущие спреды широкого спектра компаний с определенными общими факторами, которые должны подходить для объяснения различий в кредитных спредах.

Кредитное качество, например, может быть представлено факторами рейтинга и левериджа. Коэффициент долг/ЕБИТДА является, по нашему мнению, надежным индикатором для будущих относительных движений спредов. Дюрация облигации, вмененная волатильность акций эмитента, а также фиктивная переменная для сектора могут быть дополнительными объясняющими переменными.

Остатки регрессии рассматриваются как индикатор дороговизны или недооцененности отдельных ценных бумаг. Факторные модели могут быть ценным инструментом для генерирования торговых идей, основанных на относительной стоимости, в особенности для коротких временных промежутков.

Далее мы приведем примеры использования моделей CG и EDF для арбитража. Модель CG использовалась в построении арбитражной стратегии под названием «арбитраж структуры капитала», эффективность которой также была оценена Дж. Дюартом с соавторами [44]. Арбитраж структуры капитала относится к классу торговых стратегий на рынках долговых инструментов и их деривативов, которые извлекают прибыль из неправильной относительной

оценки между долгом компании и ее другими ценными бумагами (например, акциями).

Дж. Дюарт с соавторами применяли простую версию арбитража структуры капитала при широкой выборке эмитентов обязательств. Их целью являлось проанализировать риск и доходность стратегии в том виде, в каком она обычно применяется в отрасли. Используя информацию о ценах акций и структуре капитала эмитентов долга, они рассчитывали теоретический CDS-спред и размер позиции в акциях, необходимой, чтобы захеджировать изменения в стоимости CDS, обусловленных акционерной дельтой.

Теоретический спред рассчитывался на основе модели CG. Затем теоретический спред сравнивается с реальной рыночной котировкой. Если рыночный спред выше (ниже), чем теоретический спред, открывается короткая (длинная) позиция по CDS с одновременным акционерным хеджем. Стратегия может быть прибыльной, если после открытия позиций рыночный спред и теоретический спред сойдутся.

Торговая стратегия для всех эмитентов обязательств применяется следующим образом. Триггером для сделки по инструментам для соответствующих эмитентов является превышение значения рыночного CDS-спреда над значением модельного CDS-спреда, умноженным на единицу плюс уровень триггера. Как только триггер срабатывает, открывается короткая позиция по CDS с условной суммой 100\$, а также короткая позиция по акциям, как задано моделью CG. Позиции ликвидируются, когда рыночный спред и модельный спред становятся равными или же по истечении 180 дней, и действует тот вариант, который произойдет раньше. Делается допущение о 5% бид-аск спреде при торговле CDS, что является реалистичной оценкой.

Поскольку финальная выборка была представлена 261 эмитентом обязательств, обычно имелись тысячи открытых позиций на протяжении периода выборки. Месячный индекс доходности стратегии рассчитывался следующим образом.

Во-первых, поскольку позиция по CDS имеет первоначальную стоимость равную нулю, предполагалось, что каждая сделка наделяется начальным уровнем капитала, за счет которого финансируется акционерный хедж. Все последующие денежные потоки, такие как премии по CDS и дивиденды по акциям, вычитаются из начального капитала или прибавляются к нему. Также рассчитывается стоимость открытой позиции по CDS с использованием модели CG, в результате чего получают дневные избыточные доходности для каждой сделки. Затем рассчитывается равно взвешенная средняя дневная доходность по всем открытым позициям для каждого дня выборки и наращивается со сложным процентом для получения месячных доходностей.

В результате этого получилось 48 цифр, которые представляют месячные избыточные доходности. Поскольку вся информация, использованная в применении стратегии, одновременная, доходности стратегии не подвержены искажениям за счет предвидения.

Таблица 9 резюмирует месячные избыточные доходности для шести стратегий, примененных для трех уровней триггеров, а также для эмитентов обязательств инвестиционного и спекулятивного рейтинга. Приведены также результаты для равновзвешенного портфеля (на основе условных сумм). Три из шести стратегий имеют средние месячные доходности, которые значимы при 5% уровне.

Несмотря на то, что таблица 9 не отражает какого-либо значительного изменения в риске и доходности стратегий, когда уровень триггера повышался с 1 до 2, средняя доходность может стать нулевой или отрицательной при более низких его значениях, например 0.5. Это говорит о том, что информационный контент незначительных расхождений между рыночным спредом и предсказанным спредом является незначительным, и арбитраж структуры капитала становится прибыльным, только если применяется при более высоких пороговых уровнях триггера.

Модель EDF применялась для кредитного арбитража, при котором составляются портфели из длинных и коротких позиций по различным CDS, как

это было описано в статье Дж. Ду и Дж. Жанг [42]. Они выявили, что информационный поток между рынками акций и долгового рынка может быть полезен для инвестиционного менеджмента. Основная концепция для построения арбитражного портфеля CDS связывает два общеизвестных показателя риска: вероятности дефолтов и кредитные спреды. Их концепция генерирует справедливые значения CDS-спредов (Fair value spread – FVS), опирающуюся на информацию рынка акций, т.е. на EDF, выводя спред из вероятности дефолта.

Таблица 9 – Результаты стратегий арбитража структуры капитала

Стратегия	Рейтинг	Триггер	Месячная доходность, %	Месячная Волатильность, %	Коэффициент Шарпа
CS1	Инвестиционный	1,00	0,768	2,887	0,922
CS2	Инвестиционный	1,50	0,613	2,887	0,735
CS3	Инвестиционный	2,00	0,731	2,887	0,877
CS4	Спекулятивный	1,00	0,709	2,887	0,851
CS5	Спекулятивный	1,50	0,669	2,887	0,802
CS6	Спекулятивный	2,00	0,740	2,887	0,887
EW CS	-	-	0,705	2,029	1,203

Источник: составлено автором на основе источника [44].

Сравнение рыночного CDS-спреда с FVS служит основой для формирования портфеля коротких и длинных позиций. Дж. Ду и Дж. Жанг выявили, что разницы между двумя данными показателями могут быть крупными, однако они склонны сходиться со временем. Конвергенция помогает предсказывать ценовые движения на обоих рынках. Арбитражеры могут воспользоваться такой предсказуемостью, извлекая значительные избыточные доходности, используя портфели длинных и коротких позиций.

В то время как FVSs калибруются так, чтобы они в среднем были равны наблюдаемым CDS-спредам, тем не менее сохраняются разницы между ними, затрагивающие разные группы на любую дату. Другими словами, на любую дату некоторые компании имеют CDS-спреды более высокие, чем соответствующие FVSs, и наоборот.

Данные разницы служат основой для построения арбитражного портфеля. Для тех компаний, у которых CDS-спред значительно выше, чем их соответствующий FVS, должна открываться длинная позиция по их долгу путем короткой продажи CDS, если информационный контент рынка акций вызывает больше доверия, чем информационный контент долгового рынка. Напротив, открывается короткая позиция по долгу компании путем покупки CDS на те компании, у которых CDS-спреды значительно ниже, чем их соответствующие FVSs, так как предполагается, что рынок акций информативен относительно данных компаний.

В рамках данной стратегии конструируется портфель CDS с длинными и короткими позициями. В конце каждого месяца компании ранжируются в пяти группах одинакового размера в соответствии с разницей между их CDS-спредами и FVSs. Затем покупаются CDS (короткая позиция по долгу) на те 20% компаний, которые имеют наиболее отрицательные разницы, и продаются CDS (длинная позиция по долгу) на те 20% компаний, которые имеют наиболее положительные разницы. Условная сумма для совокупности длинных позиций по CDS равна условной сумме по совокупности коротких позиций по CDS. Условные суммы для каждой отдельной компании в портфеле равны между собой.

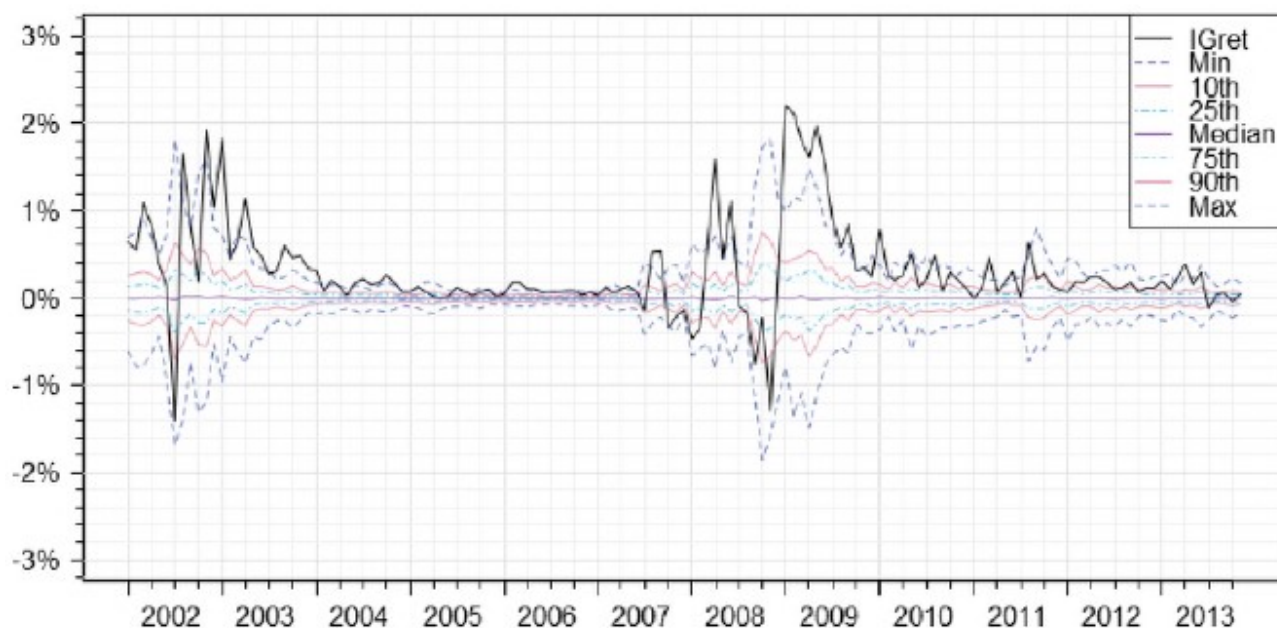
Доходности данных портфелей оцениваются как совокупная чистая прибыль или убыток, деленная на условную сумму одной стороны портфеля (длинных или коротких позиций).

На рисунке 4 отражено распределение месячных доходностей 1000 случайных арбитражных портфелей CDS инвестиционного рейтинга, а также месячные доходности арбитражной торговой модели на CDS инвестиционного рейтинга.

Каждый случайный портфель имеет одинаковое количество компаний с базовой торговой моделью. Арбитражная торговая модель на CDS инвестиционного рейтинга значительно превосходит случайные портфели, имея среднюю годовую доходность 38% и волатильность 18,7%. Случайный портфель

имеет среднюю доходность близкую к 0 и среднюю волатильность 5,8%. Цифры – из расчета леввериджа 1:10.

Итак, существует три основных вида моделей кредитного риска: структурные модели, модели приведенной формы и факторные модели. Каждая из подобных моделей может быть использована для моделирования справедливых значений кредитных спредов, что позволяет применять их в торговых моделях арбитража.



Источник: [42].

Рисунок 4 – Распределение месячных доходностей 1000 случайных портфелей и торговой модели кредитного арбитража

Переходим к выводам по итогам второй главы. По четырем из шести рассмотренных параметров (риск, ликвидность, доступность финансовых инструментов, капитал потенциальных инвесторов, объем арбитражного капитала и финансовая грамотность населения) рынок Италии превосходит рынок России. Рынок же США превосходит и рынок Италии, и России по всем параметрам. Это приводит нас к выводу, что на данном этапе итальянский рынок более пригоден для арбитража на рынке долговых инструментов и их деривативов, чем российский. Однако, более низкая ликвидность российского рынка дает нам основание предполагать наличие на российском рынке более

высоких премий за риск ликвидности для арбитражеров, что было проверено и подтверждено в третьей главе.

Оптимальной организационно-правовой формой инвестиционного фонда в России, работающего по принципам хедж-фонда и применяющего арбитраж, является интервальный паевой инвестиционный фонд финансовых инструментов для квалифицированных инвесторов.

После анализа современных исследований статистического арбитража мы полагаем, что нет однозначного ответа, генерирует ли статистический арбитраж сверхприбыль. Арбитражерам необходимо формировать портфельную политику в соответствии с торговыми моделями, которые подтвердили свою эффективность на конкретном рынке с определенными инструментами.

Было выявлено три основных вида моделей кредитного риска: структурные модели, модели приведенной формы и факторные модели. Каждая из подобных моделей может быть использована для моделирования справедливых значений кредитных спредов, что позволяет применять их в торговых моделях арбитража. Структурные модели CG и EDF показали высокую эффективность их использования при арбитраже структуры капитала и кредитном арбитраже соответственно.

ГЛАВА 3

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ТОРГОВЫЕ МОДЕЛИ АРБИТРАЖА НА РЫНКАХ ДОЛГОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ДЕРИВАТИВОВ

3.1 Методология и результаты тестирования торговой модели арбитража кривой доходности

Дадим определение торговой модели. Торговая модель – это алгоритмизованная торговая стратегия, т.е. стратегия, сформулированная так, что на ее основе может осуществляться автоматическая торговля на тех или иных финансовых рынках, и она может быть протестирована на исторических данных.

Арбитраж кривой доходности, как мы описывали во втором параграфе первой главы работы, может предполагать торговлю на основе изменений кривизны кривой доходности (бабочка, ориентированная на снижение или увеличение кривизны) и на основе изменений угла наклона кривой доходности (стипенер или флэтенер). Вторая разновидность арбитража кривой доходности является фундаментом анализируемых в данном параграфе торговых моделей. Каждая торговая модель предполагала применение при определенных условиях сделок стипенер или флэтенер по паре бескупонных облигаций разных сроков погашений.

Ч.Т. Чуа с соавторами [35] смоделировали торговые стратегии на базе возврата к среднему параметров кривой доходности, оценивая их эффективность на данных рынка государственного долга США за 1973–2004 гг. Их торговые модели, извлекающие прибыль из возврата к среднему спреда доходности и кривизны кривой доходности, показали существенное превосходство над инвестированием в индексы-бенчмарки после поправки на волатильность.

Торговая модель типа стипенер/флэтенер из рассматриваемого исследования, которую мы будем рассматривать как бенчмарк, предполагала вход в арбитражные позиции на сужение (расширение) спреда доходности при превышении (недоборе) спреда одномесячных форвардных ставок,

соответствующих срокам погашений облигаций пары, относительно безусловного спреда пары. Безусловный спред рассчитывался в виде среднего значения спотового спреда по данным всех предшествующих месяцев и рассматривался как справедливое значение. База для вычисления безусловного спреда увеличивалась нарастающим итогом, т.е. кумулятивно, поэтому мы далее будем называть торговые модели упомянутого исследования «кумулятивными».

Срок удержания позиций был равен одному месяцу. Новые позиции открывались сразу же в начале следующего месяца в соответствии с относительными значениями безусловного спреда и спреда одномесячных форвардных ставок. Мы придерживались того же подхода при нашем тестировании авторской и кумулятивной моделей.

Для сравнения мы взяли кумулятивную модель потому, что это единственная торговая модель арбитража для рынка государственных облигаций, которая была опубликована в академической печати.

В нашей статье мы характеризуем особенности нашей модели: «Предлагаемый нами подход отличается от кумулятивного 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.

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

Третье отличие нашего подхода в том, что выявляются и где необходимо задаются оптимальные уровни триггера на открытие позиций, т.е. величины отклонения спотового спреда от безусловного спреда, которые дают сигнал об открытии позиции на возврат спреда к среднему. Если уровни триггеров не достигнуты, портфель остается вне рынка и зарабатывается нулевая избыточная доходность» [9].

В связи с тем, что мы внедряем оптимизируемые параметры, мы называем наш подход оптимальным и наши торговые модели – оптимальными.

Мы протестировали арбитраж кривой доходности на семи парах облигаций (пятнадцатилетняя-шестимесячная, однолетняя-шестимесячная, двухлетняя-однолетняя, трехлетняя-двухлетняя, пятилетняя-трехлетняя, десятилетняя-пятилетняя и пятнадцатилетняя-десятилетняя). Основными исходными данными были месячные временные ряды бескупонной кривой доходности РФЗ за период с апреля 2010 г. по декабрь 2017 г. из терминала Bloomberg [29], на основе которых рассчитывались цены гипотетических бескупонных облигаций.

Мы использовали коэффициенты хеджирования на основе показателей дюрации бескупонных облигаций, которая соответствует их срокам до погашения. Таким образом, объем позиции по более краткосрочной облигации, деленный на объем позиции по долгосрочной облигации, должен был быть равен дюрации долгосрочной облигации, деленной на дюрацию краткосрочной.

Любые позиции во всех анализируемых нами моделях финансировались посредством соглашений РЕПО. Мы сделали допущение о РЕПО с нулевыми дисконтами, чтобы не было необходимости использования собственного капитала. Чтобы учесть денежные потоки, связанные с соглашениями РЕПО и расчетом кэрри, мы использовали месячные данные NFEA zero 1-month index, полученные из терминала Bloomberg [29]. Данные индекса относятся к периоду с января 2013 г. по декабрь 2017 г. Для восполнения недостатка данных по одномесячному РЕПО с апреля 2010 г. по январь 2012 г. были взяты соответствующие данные одномесячной Mosprime rate из терминала Bloomberg [29].

Одномесячные форвардные ставки были рассчитаны соответственно срокам погашений облигаций для оценки кумулятивных торговых моделей. Для расчета доходностей облигаций на конец месячного срока позиции применялся метод линейной интерполяции процентных ставок [111].

Оптимизация параметров наших торговых моделей проводилась путем тестирования разных периодов простого скользящего среднего (Simple moving average, SMA) спотового спреда доходности пары облигаций и уровней триггеров для заключения сделок. Выбор останавливался на той комбинации

параметров, которая генерировала максимальный коэффициент Шарпа для торговой модели. Коэффициент Шарпа мы рассчитывали как отношение избыточной доходности к волатильности при безрисковой ставке равной нулю.

Доходности торговых моделей для каждой пары рассчитывались с учетом условного собственного капитала, который устанавливался в таком размере, чтобы аннуализированное стандартное отклонение было равно 30% (в месячном выражении – 8,66%). Как и в случае с аннуализированной волатильностью, для получения аннуализированного коэффициента Шарпа коэффициент Шарпа в месячном выражении умножался на корень из 12, что обусловлено стандартным допущением, что месячные доходности не имеют существенной автокорреляции [117].

Переходим к сравнению эффективности кумулятивных и оптимальных моделей при тестировании на данных российских государственных облигаций.

В таблицах 10 и 11 отражена оценка эффективности кумулятивных (взятых у предшественников) и оптимальных (авторских) торговых моделей соответственно.

Таблица 10 - Показатели эффективности кумулятивных торговых моделей

Пара	15-0,5	1-0,5	2-1	3-2	5-3	10-5	15-10
Коэффициент Шарпа	-1,659	0,279	0,01	0,282	0,191	0,13	-0,134
Месячная волатильность, %	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66
Средняя доходность/месяц, %	-4,15	0,70	0,03	0,71	0,48	0,32	-0,34
Кол-во F	13	32	27	23	18	29	10
Кол-во S	66	47	52	56	61	50	69
Кол-во 0	0	0	0	0	0	0	0
Кол-во +	15	35	42	46	44	41	42
Кол-во -	56	44	37	33	35	38	37
Средний выигрыш, %	5,99	7,32	5,33	6,21	5,48	5,73	5,50
Средний проигрыш, %	7,46	4,58	6,00	6,98	5,82	5,51	6,95
Средний выигрыш/проигрыш	0,803	1,601	0,889	0,891	0,943	1,04	0,79
Асимметрия	-2,335	1,67	1,362	-0,825	-2,204	-2,065	-1,243
Эксцесс	11,429	6,223	8,815	2,17	14,078	12,874	5,631

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

По пяти из семи исследуемых пар облигаций оптимальные торговые модели продемонстрировали более высокий коэффициент Шарпа, что объясняется их более высокой доходностью при равной волатильности. Коэффициент средний выигрыш/проигрыш выше у авторских торговых моделей по пяти парам облигаций из семи, что также доказывает более высокую эффективность нашего подхода. Светлым в таблице 11 помечено превышение показателя оптимальной модели над таким же показателем кумулятивной модели.

Таблица 11 – Показатели эффективности оптимальных торговых моделей

Пара	15-0,5.	1-0,5.	2-1.	3-2.	5-3.	10-5.	15-10.
Параметры	SMA5/t0,0 015	SMA5 /t0	SMA8 /t0	SMA13/t0, 001	SMA13 /t0	SMA13 /t0	SMA20/t0, 0002
Коэффициент Шарпа	-0,214	0,539	0,669	0,764	0,202	-0,244	-0,289
Месячная волатильность, %	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66
Средняя доходность /месяц, %	-0,54	1,35	1,67	1,91	0,50	-0,61	-0,72
Кол-во F	31	43	56	14	37	35	39
Кол-во S	34	45	29	32	43	45	29
Кол-во 0	23	0	0	34	0	0	5
Кол-во +	31	50	49	27	40	41	32
Кол-во -	34	38	36	19	40	39	36
Средний выигрыш, %	6,08	6,16	6,38	10,20	6,11	4,87	6,01
Средний проигрыш, %	6,93	4,99	4,73	6,44	5,10	6,36	6,81
Средний выигрыш /проигрыш	0,877	1,235	1,348	1,585	1,198	0,764	0,883
Асимметрия	-2,529	1,28	1,908	1,825	-2,241	-2,047	-1,132
Эксцесс	14,71	7,231	8,719	7,243	14,323	12,218	5,945

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

У оптимальных моделей пар облигаций однолетняя-шестимесячная, двухлетняя-однолетняя и трехлетняя-двухлетняя имеет место выгодная характеристика – положительная асимметрия, в то время как у кумулятивных

двухлетней характеризуется высокой скоростью возврата к среднему, что видно на рисунке 5.

Таблица 12 - Торговая модель SMA13t0,001

Тип сделки	Триггер	Действие	Объем	Срок
Стипенер	Спотовый спред+0,001<спредSMA13	Покупка двухлетних	3/2=1.5	1 месяц
		Продажа трехлетних	1	1 месяц
Флэтенер	Спотовый спред>спредSMA13+0,001	Продажа двухлетних	3/2=1.5	1 месяц
		Покупка трехлетних	1	1 месяц

Источник: составлено автором.

На рисунке 7 отражена кумулятивная доходность кумулятивной модели пары облигаций трехлетняя-двухлетняя. Визуальный анализ говорит о более высокой эффективности оптимальной модели, график которой на рисунке 6, что и подтвердилось более высокими коэффициентом Шарпа и показателем средний выигрыш/проигрыш. Кумулятивная модель также подвержена более глубокой и продолжительной просадке, что говорит о ее большем риске.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].
Рисунок 6 – Кумулятивная доходность оптимальной торговой модели SMA13t0,001 (3-2)

Сравнение спотового спреда доходности со скользящим средним периода за несколько месяцев (от 5 до 13) для выявления арбитражных возможностей и

установка минимальной величины отклонения от среднего, служащего триггером для открытия позиций, позволяет усовершенствовать торговую модель, так как она начинает в таком случае приносить большую доходность без увеличения волатильности, как было показано при тестировании на исторических данных.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Рисунок 7 – Кумулятивная доходность кумулятивной торговой модели 3-2

Нам представляется важным отметить следующие обстоятельства. Во-первых, положительная доходность по большинству пар говорит о существовании арбитражных возможностей. Во-вторых, предлагаемая нами торговая модель более сложна, так как имеет два оптимизируемых параметра в отличие от кумулятивной модели. В-третьих, наша торговая модель превосходит по эффективности модель предшественников благодаря тому, что она 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, записанных в конце первого параграфа первой главы.

3.2 Статистический арбитраж на рынках фьючерсов на государственные облигации: сравнение результативности торговых моделей и рынков

Как предмет статистического арбитража в данном параграфе мы используем деривативы долговых инструментов, а точнее – фьючерсы на корзины государственных облигаций России и других стран.

Б. Куинн с соавторами впервые предложили торговую модель статистического арбитража непосредственно для рынка фьючерсов на государственные облигации [110]. Ее основной 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).

Ее правила следующие:

- открытие длинной (короткой) позиции по фьючерсу 1 ($F1$) и короткой (длинной) позиции по фьючерсу 2 ($F2$), когда спред цен $F1-F2$ падает (возрастает) до $MEAN_S$ минус (плюс) $MEAN_S*TRIG$ [$TRIG$ – третий оптимизируемый параметр];

- закрытие всех позиций, когда спред $F1-F2$ достигает $MEAN_S$, либо, когда при движении в убыточную сторону, он достигает значения спреда на момент открытия позиции, умноженного/разделенного на $1+STOP$ [четвертый оптимизируемый параметр];

- размеры позиций по каждой стороне пары рассчитываются исходя из принципа денежной нейтральности.

Модель Куинна нами рассматривается как модель предшественников. Как бенчмарк мы выбрали модель Куинна потому, что это единственная торговая модель статистического арбитража для рынка фьючерсов на государственные облигации, имеющаяся в академической печати.

Мы же разработали новую торговую модель – модель ценового коэффициента (ЦК) с четырьмя оптимизируемыми параметрами.

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

Другие два индикатора модели ЦК рассчитываются на основе ценового коэффициента.

Они включают:

1. Простое скользящее среднее ценового коэффициента (SMA) за последние n_SMA дней [первый оптимизируемый параметр].

2. Стандартное отклонение (SD) ценового коэффициента за последние n_SD дней [второй оптимизируемый параметр].

Правила торговой модели следующие:

- открытие короткой (длинной) позиции по фьючерсу в числителе ценового коэффициента с одновременным открытием длинной (короткой) позиции по фьючерсу в знаменателе ценового коэффициента, если значение ценового коэффициента выше (ниже), чем SMA плюс (минус) $SD*n$ [n – третий оптимизируемый параметр];

- закрытие всех позиций, если ценовой коэффициент не выше (не ниже), чем SMA плюс (минус) $SD*n$;

- коэффициент β скользящей линейной регрессии цен фьючерса в числителе ценового коэффициента против цен фьючерса в знаменателе ценового коэффициента с окном n_REG дней [четвертый оптимизируемый параметр] используется для расчета размера позиции по каждой стороне пары арбитражной сделки.

В сжатом виде наша торговая модель ЦК сформулирована в таблице 13.

Подобранные оптимальные параметры каждой торговой модели приведены в приложении Б.

Мы протестировали эффективность торговых моделей Куинна и ЦК на дневных и часовых данных цен фьючерсов на корзины государственных облигаций, используя первую половины выборки для оптимизации, а вторую

половину выборки для проверки надежности и эффективности подобранных комбинаций оптимальных параметров.

Таблица 13 – 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</p> <p>2 P2 – цена фьючерса F2</p> <p>3 SMA(n_SMA) – скользящее среднее ценового коэффициента P1/P2 за n_SMA дней</p> <p>4 SD(n_SD) – стандартное отклонение ценового коэффициента P1/P2 за n_SD дней</p> <p>5 n – количество стандартных отклонений</p> <p>6 β – коэффициент при P2 скользящей регрессии P1 к P2</p>			

Источник: разработано автором.

Оптимизация параметров торговых моделей ЦК проводилась методом дифференциальной эволюции [23] с точки зрения максимизации аннуализированного коэффициента Шарпа. Дифференциальная эволюция (ДЭ) принадлежит к классу генетических алгоритмов, которые базируются на эволюционных идеях естественного отбора и генетики. Как таковые они представляют собой интеллектуальное применение случайного поиска, используемого для решения задач оптимизации.

Мы выбрали алгоритм оптимизации ДЭ, потому что остальные методы нелинейной многомерной оптимизации (Нелдера-Мида, BFGS и др.) работали медленнее и выдавали свое максимальное значение коэффициента Шарпа ниже, чем при методе ДЭ. Согласно исследованной литературе, метод ДЭ наиболее подходит для оптимизации параметров торговых моделей. Также именно для ДЭ в соответствующем пакете языка программирования R был доступен параллельный режим, что значительно убыстряет процесс поиска оптимальных параметров.

Оптимизация торговых моделей Куинна также проводилась с точки зрения максимизации аннуализированного коэффициента Шарпа, но путем перебора всех возможных комбинаций с заданием минимального шага каждого параметра. Это обусловлено тем, что моделирование и оптимизация данных торговых моделей осуществлялись с помощью программной библиотеки `quantstrat` языка программирования R.

Дневные данные представлены рынками России и Италии с 2011 г. по 2018 г. По России мы анализировали пары фьючерсов на корзины облигаций федерального займа, торгующихся на Московской бирже: пара четырехлетняя корзина против шестилетней корзины (4-6), пара 6-10 и пара 2-15. Временные ряды цен с поправкой на переход между контрактами были получены с официального сайта Московской биржи [16]. По Италии мы анализировали пары фьючерсов на корзины итальянских государственных облигаций ВТР: пары 2-5, 5-10 и 2-10. Для двухлетней и десятилетней корзины за показатели мы взяли индексы BNP Paribas VTP 2Y Rolling Future Index и BNP Paribas VTP 10Y Rolling Future Index, а для пятилетней корзины мы самостоятельно рассчитали индекс с поправкой на переход между истекающим и новым активным фьючерсом. Данные временных рядов цен и индексов итальянских фьючерсов были получены из терминала Bloomberg [29].

Для расчета доходности с учетом финансового левериджа, который свойственен такому финансовому инструменту, как фьючерсный контракт, мы учитывали размеры гарантийных обеспечений контрактов в соответствии с источниками [17; 68; 85; 96; 120; 130].

На основе полученных в ходе тестирования на исторических данных временных рядов доходностей каждой торговой модели были рассчитаны показатели эффективности, отражающие их доходность и риск, как на оптимизационном, так и на внеоптимизационном периодах. Для рынков России и Италии показатели внеоптимизационного периода торговых моделей ЦК и Куинна приведены в таблицах 14 и 15 соответственно. Все аналогичные показатели оптимизационных периодов приведены в приложении В.

Таблица 14 – Результаты торговой модели ЦК (дневные данные)

Рынок	Россия			Италия		
	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Пара	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Годовая доходность, %	126	59	1	80	168	216
Годовая волатильность, %	37	44	51	79	92	301
Коэффициент Шарпа	3,44	1,32	0,02	1,02	1,84	0,72
Коэффициент Омега (L=0%)	2,11	1,36	1,005	2,4	1,82	1,19
Максимальная просадка, %	13	19	50	25	25	160
Коэффициент Кальмара	9,69	3,11	0,02	3,20	6,72	1,35
Асимметрия	1,04	1,38	-0,61	8,94	5,21	3,31
Экссесс	6,62	29,86	12,66	131,48	51,6	70,43
Коэффициент асимметрия/куртозис	0,108	0,042	-0,039	0,066	0,095	0,045

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

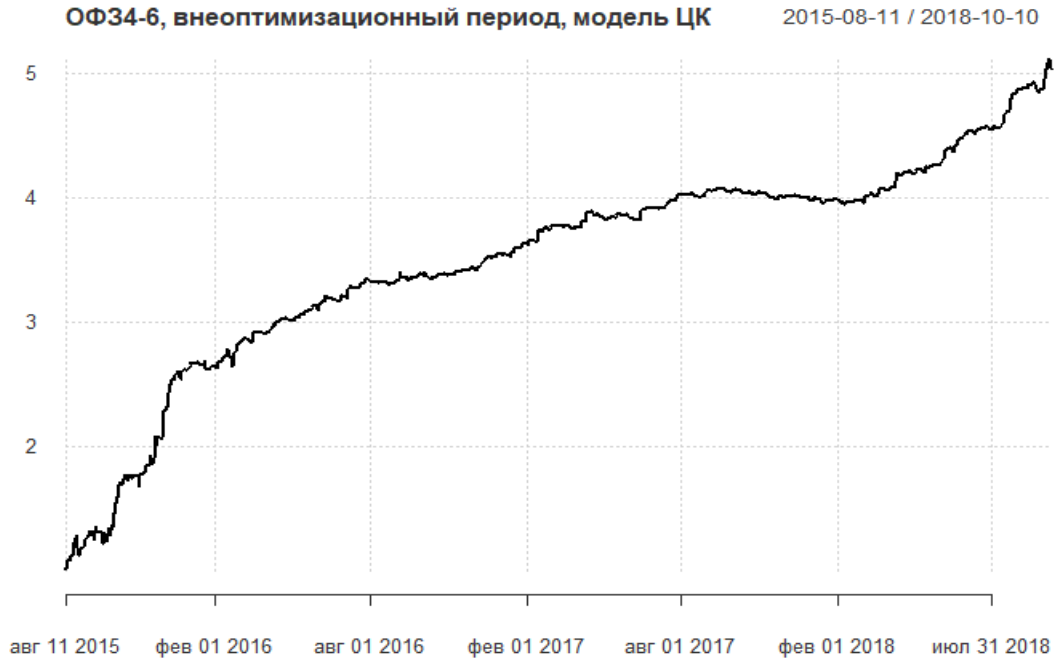
Таблица 15 – Результаты торговой модели Куинна (дневные данные)

Рынок	Россия			Италия		
	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Пара	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Годовая доходность, %	15	7	-6	82	10	0
Годовая волатильность, %	12	0,11	12	75	57	0
Коэффициент Шарпа	1,21	0,57	-0,48	1,09	0,18	0,00
Коэффициент Омега (L=0%)	1,89	1,88	0,83	1,42	1,05	0,00
Максимальная просадка, %	6	9	20	30	42	0
Коэффициент Кальмара	2,50	0,77	-0,28	2,70	0,24	0,00
Асимметрия	2,93	15,45	0,038	4,64	1,78	0,00
Экссесс	33,62	308,25	16,75	62,18	12,40	0,00
Коэффициент асимметрия/куртозис	0,080	0,050	0,002	0,071	0,115	0,000

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Наилучшие торговые модели по коэффициенту Шарпа на дневных данных внеоптимизационного периода: по всем данным – модель ЦК на паре российских фьючерсов 4-6, представленная на рисунке 8, по рынку Италии – модель ЦК на паре 5-10, представленная на рисунке 9.

Часовые данные представлены рынками США и Германии с декабря 2017 г. по июнь 2018 г. Аналогично, как на дневных данных, были проанализированы три пары фьючерсов на корзины казначейских облигаций США: 5-10, 10-30 и 5-30.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

Рисунок 8 – Кумулятивная доходность, внеоптимизационный период, ОФЗ34-6, торговая модель ЦК



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Рисунок 9 – Кумулятивная доходность, внеоптимизационный период, Италия 5-10, торговая модель ЦК

По Германии были проанализированы три пары фьючерсов на корзины государственных облигаций ФРГ: 2-10, 10-30 и 2-30. Временные ряды цен для рынков США и ФРГ были получены из терминала Bloomberg [29].

Наилучшая модель Куинна по дневным данным – на паре российских фьючерсов 4-6, представленная на рисунке 10.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

Рисунок 10 – Кумулятивная доходность, внеоптимизационный период, ОФЗ4-6, торговая модель Куинна

Для рынков США и Германии показатели внеоптимизационного периода торговых моделей ЦК и Куинна приведены в таблицах 16 и 17 соответственно.

Таблица 16 – Результаты торговой модели ЦК (часовые данные)

Рынок	США			Германия		
	5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
Пара						
Годовая доходность, %	380	524	714	2016	21	2524
Годовая волатильность, %	99	78	155	764	41	854
Коэффициент Шарпа	3,82	6,7	4,61	2,64	0,5	2,96
Коэффициент Омега (L=0%)	1,28	2,89	1,88	1,15	1,05	1,27
Максимальная просадка, %	25	12	32	73	12	37
Коэффициент Кальмара	15,20	43,66	22,31	27,61	1,75	68,21

Продолжение таблицы 16

Асимметрия	-0,72	5,52	1,26	-0,67	-0,87	-0,12
Эксцесс	13,04	81,00	65,47	17,78	18,45	27,08
Коэффициент асимметрия/куртозис	-0,040	0,065	0,018	-0,032	-0,041	-0,004

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Таблица 17 – Результаты торговой модели Куинна (часовые данные)

Рынок	США			Германия		
	5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
Пара						
Годовая доходность, %	-281	36	81	173	222	-1901
Годовая волатильность, %	96	114	182	4,47	56	827
Коэффициент Шарпа	-2,92	0,31	0,45	0,39	3,96	-2,30
Коэффициент Омега (L=0%)	0,87	1,02	1,03	1,02	1,35	0,90
Максимальная просадка, %	80	32	36	73	10	218
Коэффициент Кальмара	-3,53	1,11	2,24	2,36	21,26	-8,71
Асимметрия	-0,29	0,72	0,23	0,29	2,53	-0,26
Эксцесс	6,35	10,34	11,64	4,87	24,95	5,29
Коэффициент асимметрия/куртозис	-0,031	0,054	0,016	0,037	0,091	-0,031

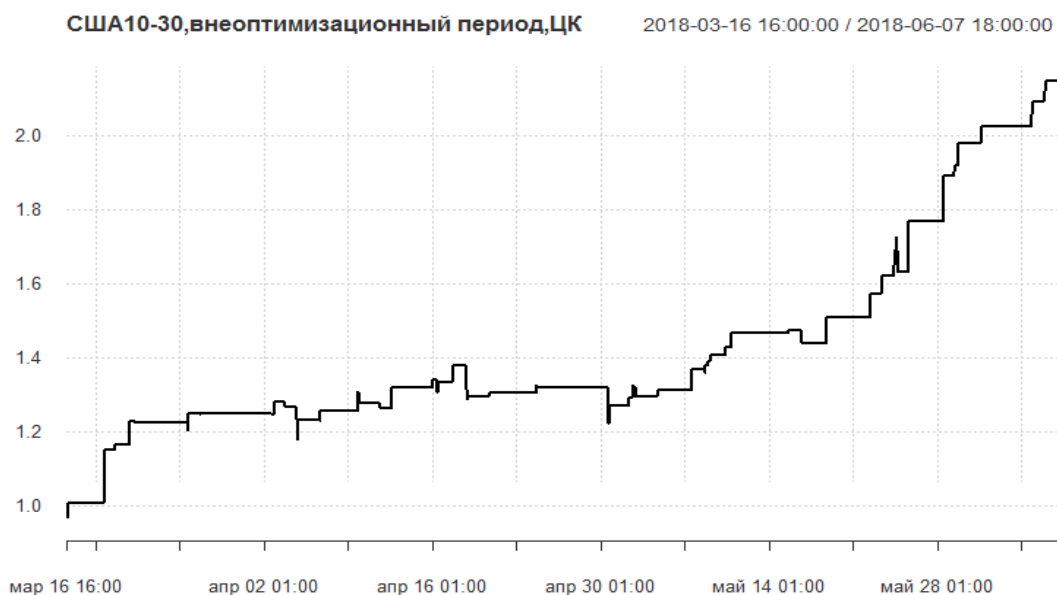
Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Наилучшие торговые модели по коэффициенту Шарпа на часовых данных внеоптимизационного периода: по всем данным – модель ЦК на паре американских фьючерсов 10-30, которая на рисунке 11, а по рынку Германии и по моделям Куинна – модель Куинна на паре немецких фьючерсов 10-30, которая на рисунке 12.

Для того чтобы определить является ли наша торговая модель (ЦК) статистического арбитража более совершенной, чем торговая модель предшественников (Куинна), а также выявить какие рынки деривативов долговых инструментов более результативны при применении торговых моделей арбитража, мы разработали балльную систему сравнительной оценки эффективности торговых моделей.

Мы выбрали четыре показателя (коэффициенты Шарпа, Омега, Кальмара и асимметрия/куртозис), которые, на наш взгляд, 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.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Рисунок 11 – Кумулятивная доходность, внеоптимизационный период США10-30, торговая модель ЦК



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Рисунок 12 - Кумулятивная доходность, внеоптимизационный период, ФРГ 10-30, торговая модель Куинна

Коэффициент Шарпа является наиболее активно применяемым в индустрии финансовых инвестиций показателем, он рассчитывается как отношение средней доходности торговой модели к ее волатильности (стандартному отклонению). Волатильность в данном случае рассматривается как индикатор риска.

Коэффициент Омега является отношением потенциала прибылей к потенциалу убытков при заданном минимально приемлемом уровне доходности (в нашей системе оценки он равен нулю). Как и коэффициент Шарпа, он является показателем доходности с поправкой на риск, который, однако, учитывает все моменты распределения, включая асимметрию и куртозис.

Коэффициент Кальмара является отношением доходности к максимальной просадке. Максимальная просадка выступает в качестве индикатора риска.

Коэффициент асимметрия/куртозис основан на устоявшемся представлении, что позитивная асимметрия распределения доходностей (длинный хвост с правой стороны) является положительным свойством торговой модели, в отличие от негативной асимметрии (длинный хвост с левой стороны). Куртозис же принято рассматривать как показатель риска, так как чем выше куртозис, тем, как правило, толще хвосты распределения доходностей.

Для сравнения торговых 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, по остальным показателям – 1 балл, а конкурирующей торговой модели, соответственно, 0 баллов [109].

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.

Результаты сравнения торговых моделей ЦК и Куинна на дневных данных приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Сравнение результативности торговых моделей на дневных данных рынков России и Италии

Период Торговая модель	Оптимизационный				Внеоптимизационный			
	ЦК		Куинна		ЦК		Куинна	
-	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 источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Наша торговая модель (ЦК) на дневных данных набрала 6 баллов против 1,5 у модели Куинна, что позволяет нам судить о ней как о более эффективной, чем модель предшественников.

Результаты сравнения результативности арбитража на рынке России и рынке Италии представлены в таблице 19.

Рынок России набрал в четыре раза больше баллов по сравнению с рынком Италии (6:1,5), что позволяет нам судить о том, что он более результативный с

точки зрения арбитражной торговли, чем рынок Италии. Это может объясняться менее однородным уровнем ликвидности российского рынка. Существование неэффективности, связанной с ликвидностью на рынке, привлекает арбитражеров, что в свою очередь в будущем позволит повысить эффективность и ликвидность российского рынка.

Результаты сравнения торговых моделей ЦК и Куинна на часовых данных приведены в таблице 20.

Таблица 19 – Сравнение результативности рынков России и Италии

Период Рынок	Оптимизационный				Внеоптимизационный			
	РФ		Италия		РФ		Италия	
-	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.
Средний коэффициент Шарпа	2,43	1	0	1,36	1,01	2	0	0,80
Средний коэффициент Омега	2,21	0	0,5	2,41	1,51	1	0	1,31
Средний коэффициент Кальмара	17,42	0,5	0	5,58	2,63	1	0	2,36
Среднее асимметрия/куртозис	0,096	0,5	0	0,069	0,040	0	1	0,065
Итого баллов за период	-	2	0,5	-	-	4	1	-
Итого баллов за 2 периода	6		1,5		-			

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Таблица 20 – Сравнение результативности торговых моделей на часовых данных 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 источника первичных данных Bloomberg [29].

Как и на дневных данных, на часовых данных показала свое превосходство авторская торговая модель ЦК, которая набрала 5 баллов (против 2,5 баллов у Куинна).

Результаты сравнения результативности рынков при арбитражной торговле на рынках США и Германии отражены в таблице 21.

По большинству коэффициентов рынок США показал себя более результативным с точки зрения риска и доходности, чем рынок Германии, набрав 6 баллов (против 1,5 баллов у Куинна). Это объясняется, вероятно, тем, что более высокая волатильность процентных ставок создает больше временной неэффективности и, как следствие, арбитражных возможностей.

В таблицах и графиках выше мы показали, что наши торговые модели арбитража могут быть высоко прибыльными. Другим путем продемонстрировать привлекательность оных будет рассмотреть дополнительную стоимость от добавления данных торговых моделей к существующей пассивной портфельной стратегии. Для этого мы будем использовать модель Г.М. Марковица, основоположника современной портфельной теории.

Таблица 21 – Сравнение результативности рынков США и Германии

Период Рынок	Оптимизационный				Внеоптимизационный			
	США		Германия		США		Германия	
-	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.	Коэф.	Балл	Балл	Коэф.
Средний коэффициент Шарпа	6,61	1	0	6,19	2,16	2	0	1,35
Средний коэффициент Омега	2,20	0,5	0	1,62	1,49	1	0	1,12
Средний коэффициент Кальмара	57,02	0	0,5	99,16	13,49	0	1	18,74
Среднее асимметрия/куртозис	0,075	0,5	0	0,053	0,013	1	0	0,003
Итого баллов за период	-	2	0,5	-	-	4	1	-
Итого баллов за 2 периода	6		1,5		-			

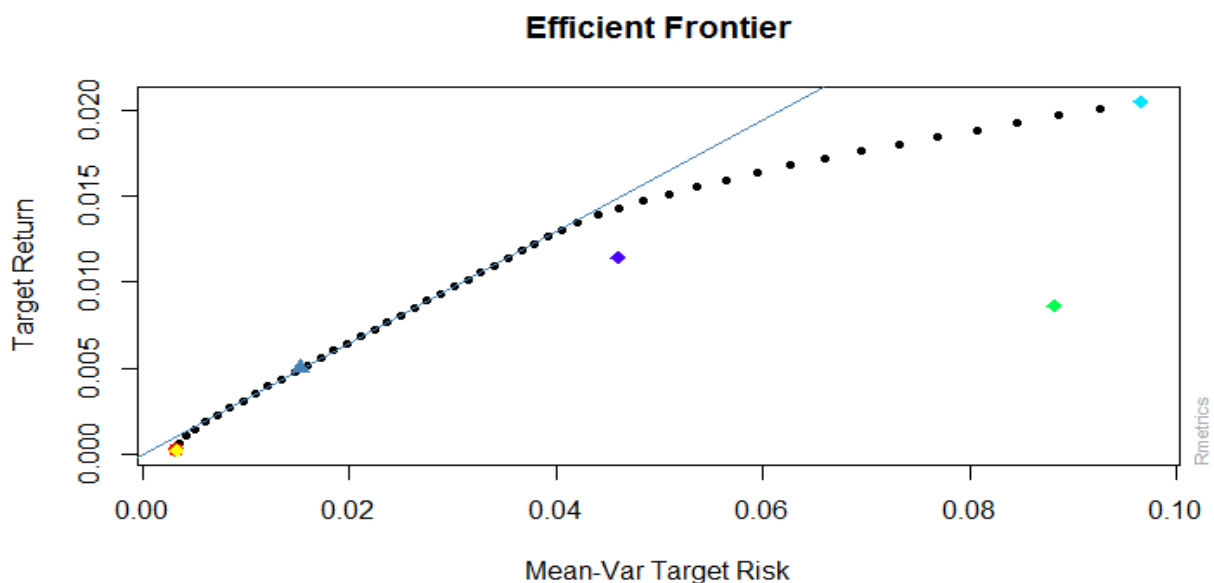
Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Основываясь на современной портфельной теории Г.М. Марковица, мы выдвинули гипотезу, что комбинирование инвестиций в наши торговые модели

с инвестициями в портфель корпоративных облигаций позволит добиться более высоких характеристик соотношения риска и доходности совокупного портфеля, чем портфели, состоящие из указанных объектов инвестирования по отдельности.

Используя данные временных рядов доходностей трех торговых моделей ЦК (пары фьючерсных контрактов на корзины ОФЗ – 4-6, 6-10 и 2-15) и индекса совокупного дохода корпоративных облигаций Московской биржи за 2013–2018 гг., на первой половине выборки мы выявили удельные веса каждого актива в оптимальном портфеле по Г.М. Марковицу, который соответствует касательному портфелю на графике эффективной границы (Efficient Frontier) портфеля, представленной на рисунке 13.

Эти же веса мы применили для составления портфеля (из трех торговых моделей и одного индекса облигаций) на второй половине выборки в таблице 22. Как видно из показателей коэффициента Шарпа, портфель из четырех активов 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.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Рисунок 13 – Эффективная граница портфеля

На рисунке 14 построенный график доходности портфеля из трех торговых моделей и одного индекса на внеоптимизационном периоде говорит о высокой эффективности результирующего портфеля, так как очевиден устойчивый прирост инвестированного капитала при отсутствии значимых просадок.

Мы предлагаем участникам рынка добавление инвестиций в торговые модели ЦК в портфель корпоративных облигаций, так как это позволяет улучшить инвестиционные характеристики портфеля.

Мы также рассчитали аннуализированный коэффициент Шарпа индекса Московской биржи, чтобы проверить, генерирует ли предлагаемая торговая модель ЦК сверхприбыль после поправки на риск.

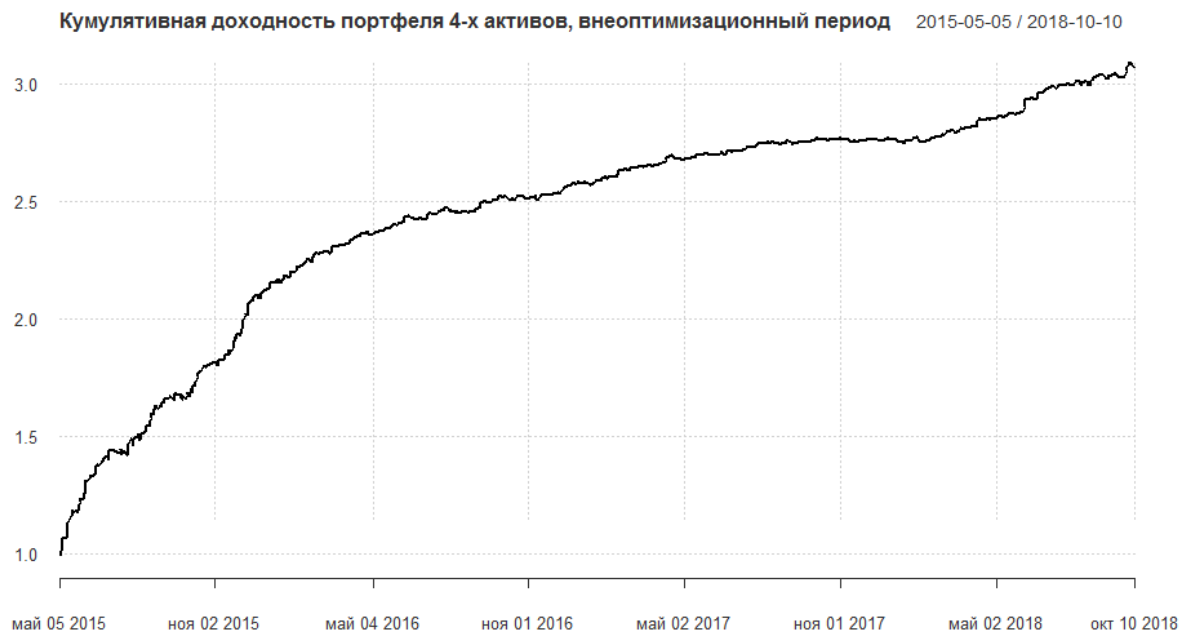
Таблица 22 – Эффективность портфеля моделей ЦК и индекса корпоративных облигаций на оптимизационном и внеоптимизационном периодах

-	ОФЗцк4-6	ОФЗцк6-10	ОФЗцк2-15	СВИTR	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 источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Для этой цели мы использовали дневные ряды значений индекса Московской биржи за период, эквивалентный внеоптимизационному периоду обратных тестов торговых моделей, и получили коэффициент Шарпа равный 0,75. Это на 54% ниже среднего аннуализированного коэффициента Шарпа по торговой модели ЦК на дневных данных, и на 79% ниже среднего аннуализированного коэффициента Шарпа по часовым данным. Таким образом, мы заключаем, что торговая модель ЦК действительно генерирует избыточную доходность после поправки на риск.

Исходя из вышеизложенных положений и результатов, мы можем констатировать следующее. Во-первых, генерация сверхприбылей после поправки на риск возможна с помощью предлагаемой торговой модели ЦК, что соответствует первому ключевому следствию ГАР.



Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Рисунок 14 – Кумулятивная доходность портфеля 4 активов, внеоптимизационный период

Во-вторых, предлагаемая торговая модель ЦК более сложна, так как имеет более сложные концепции коэффициентов хеджирования (на основе скользящей регрессии, а не на основе простой денежной нейтральности как у модели Куинна) и триггеров, что соответствует второму ключевому следствию ГАР. В-третьих, уровни триггеров у модели ЦК, которые зависят от скользящего стандартного отклонения, позволяют более динамично подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия в виде меняющейся волатильности инструментов, а гибкая концепция хеджирования позволяет лучше подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия в виде меняющегося коэффициента бета, что соответствует третьему ключевому следствию ГАР. Таким образом, результат, говорящий о превосходстве предлагаемой торговой модели ЦК, подтверждает ГАР в ее трех ключевых следствиях, сформулированных в конце первого параграфа первой главы.

3.3 Реализация предлагаемых торговых моделей при учете влияния факторов ликвидности и стоимости поставочных опционов

После первичного анализа эффективности торговых моделей статистического арбитража нам представляется необходимым затронуть аспекты влияния некоторых факторов, от которых зависит реализуемость и эффективность торговых моделей. Мы рассмотрим факторы ликвидности используемых инструментов, а также поставочные опционы, присущие фьючерсам на корзины государственных облигаций.

Рассмотренные фьючерсные рынки Италии, США и Германии характеризуются высокой ликвидностью, что выражается, в том числе, в отсутствии рабочих дней без оборота и высокой частотой сделок в день. Однако, такого нельзя сказать о рассматриваемом российском фьючерсном рынке, то есть о контрактах на ОФЗ, что и обусловило то, что торговые модели для российского рынка были протестированы на более низкой периодичности, чем для рынка США и Германии (часовые данные), а именно, на дневных данных.

Тем не менее и на дневных данных сохранялся риск рыночной ликвидности, то есть риск невозможности своевременно осуществить сделку по приемлемой цене. День с нулевым оборотом мы интерпретировали как случай невозможности своевременно совершить сделку по приемлемой цене.

Мы рассчитали вероятность невозможности осуществить арбитражную сделку своевременно по приемлемой цене (как отражение риска рыночной ликвидности) для каждой пары каждой модели для российских фьючерсов на основе совокупной выборки без разделения на оптимизационную и внеоптимизационную, как показано в таблице 23.

Вероятность необходимости арбитражной сделки (в соответствии с торговой моделью) в любой день мы рассчитывали как отношение количества моментов изменений позиций к количеству рабочих дней торгового периода.

Данные оборотов по фьючерсам на ОФЗ для анализа ликвидности получены с интернет-сайта Московской биржи [16]. Вероятность невозможности

арбитражной сделки в любой день мы рассчитали как вероятность того, что в любой день будет нулевой оборот хотя бы по одному фьючерсу соответствующей пары. Вероятность невозможности осуществить арбитражную сделку своевременно по приемлемой цене равна произведению предыдущих двух вероятностей.

Как видно из таблицы 23 вероятность невозможности осуществить сделку своевременно по приемлемой цене составляет от 1,26% до 11,15%. У моделей Куинна вероятность не превышает 3,03%, что говорит о том, что их реализуемость незначительно страдает из-за низкой ликвидности.

Ввиду того, что у двух из трех моделей ЦК рассматриваемая вероятность составляет двузначное значение, что говорит о более высоком риске рыночной ликвидности для реализации торговой модели, мы решили протестировать их в низкочастотном режиме – на недельных данных, так как низкочастотная торговля гораздо меньше подвержена риску рыночной ликвидности.

Таблица 23 – Риск рыночной ликвидности торговых моделей при обычном режиме

Модель	ЦК			Куинна		
	4-6	6-10	2-15	4-6	6-10	2-15
Пара	4-6	6-10	2-15	4-6	6-10	2-15
Кол-во сделок арбитражера	626	601	342	173	68	228
Кол-во рабочих дней	1739	1465	1348	1739	1465	1348
Вероятность необходимости арбитражной сделки в любой день, %	35,90	41,00	25,30	9,94	4,64	16,91
Вероятность невозможности арбитражной сделки в любой день, %	30,5	27,1	14,6	30,5	27,1	14,6
Вероятность невозможности совершить сделку своевременно по приемлемой цене, %	10,99	11,15	3,72	3,03	1,26	2,47

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

Алгоритм построения торговых моделей на недельных данных был аналогичен алгоритму моделей дневных данных (первая половина выборки – для

оптимизации параметров, вторая – для внеоптимизационного тестирования).
 Рассчитанные параметры приведены в приложении Б.5.

Эффективность низкочастотных торговых моделей ЦК на рынке ОФЗ по критерию коэффициента Шарпа отражена в таблице 24.

Таблица 24 – Эффективность торговых моделей ЦК в низкочастотном режиме

Эффективность моделей ЦК в низкочастотном режиме						
Период	Оптимизационный			Внеоптимизационный		
Пара	4-6	6-10	2-15	4-6	6-10	2-15
Коэффициент Шарпа	1,08	2,13	1,89	1,38	0,58	-0,84

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

Здесь торговая модель ЦК продолжает генерировать достаточно высокие коэффициенты Шарпа, а отрицательная доходность получена лишь на одном периоде одной из пар.

Низкий риск ликвидности низкочастотного режима понятен исходя из таблицы 25: вероятность невозможности совершить сделку своевременно по приемлемой цене не превышает 1,11%.

Мы рекомендуем менее склонным к риску арбитражерам применять торговые модели ЦК на рынке фьючерсов на ОФЗ в низкочастотном режиме.

Для оценки влияния ликвидности используемых инструментов на эффективность торговых моделей ЦК для фьючерсов на ОФЗ мы применили регрессионный анализ, построив шесть линейных эконометрических моделей – для каждой пары на дневных данных и для каждой пары для низкочастотного режима.

Исходной предпосылкой было то, что используемые в арбитражной торговле фьючерсные контракты имеют разный уровень ликвидности. Мы выдвинули гипотезу (ожидаемую связь), что чем больше разница в уровне ликвидности между менее ликвидным фьючерсом и более ликвидным фьючерсом, тем больше создается арбитражных возможностей и тем больше доходность торговой модели.

Таблица 25 – Риск ликвидности торговых моделей при низкочастотном режиме

Модель	ЦК		
	4-6	6-10	2-15
Пара	4-6	6-10	2-15
Кол-во сделок арбитражера	157	128	94
Кол-во рабочих недель	360	304	280
Вероятность необходимости сделки арбитражера в любую неделю, %	43,61	42,10	33,5
Вероятность невозможности арбитражной сделки в любую неделю, %	2,48	2,65	0,40
Вероятность невозможности совершить сделку своевременно по приемлемой цене, %	1,08	1,11	0,13

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

Мы разработали и рассчитали индекс ликвидности каждого фьючерса на ОФЗ, как отражено в таблице 26. Он рассчитывается как отношение количества рабочих дней торгового периода соответствующей пары к количеству рабочих дней с нулевым оборотом по рассматриваемому фьючерсу. Чем больше значение индекса, тем больше уровень ликвидности фьючерса. Как видно, самый ликвидный фьючерс – на пятнадцатилетнюю корзину, а самый низколиквидный – на шестилетнюю корзину.

Таблица 26 – Индексы ликвидности фьючерсов на корзины ОФЗ

Корзина фьючерса (лет)	2	4	6	10	15
Индекс	7,62	7,63	4,20	16,84	56,17

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

В линейных регрессиях зависимой переменной была доходность торговой модели, а объясняющими переменными – натуральные логарифмы объемов торгов по каждому фьючерсу пары, которые рассматривались как отражение ликвидности соответствующих фьючерсов. Дневные временные ряды доходностей торговых моделей на дневных данных были трансформированы в недельные для большей сравнимости с торговыми моделями на недельных

данных, а также для избегания излишнего шума в данных. Временные ряды объемов торгов представляли собой недельные данные. Калибровка моделей проводилась на совокупных периодах.

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ34-6 на дневных данных (при трансформации доходности в недельную периодичность) в виде формулы (20):

$$r_{4-6} = 3,53\% + 0,0029VFOUR - 0,0045VSIX, \quad (20)$$

$$R^2 = 1,92\%,$$

где $VFOUR$ – натуральный логарифм объема торгов фьючерсом на четырехлетнюю корзину за неделю;

$VSIX$ – натуральный логарифм объема торгов фьючерсом на шестилетнюю корзину за неделю;

R^2 – коэффициент детерминации.

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ34-6 на недельных данных в виде формулы (21):

$$r_{w4-6} = 0,51\% + 0,0009VFOUR - 0,0009VSIX, \quad (21)$$

$$R^2 = 0,35\%.$$

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ34-6 на дневных данных (при трансформации доходности в недельную периодичность) в виде формулы (22):

$$r_{6-10} = 3,9\% - 0,0096VSIX + 0,0084VTEN, \quad (22)$$

$$R^2 = 1,59\%,$$

где $VTEN$ – натуральный логарифм объема торгов фьючерсом на десятилетнюю корзину за неделю.

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ36-10 на недельных данных в виде формулы (23):

$$r_{w6-10} = 0,36\% - 0,0002VSIX + 0,0019VTEN, \quad (23)$$

$$R^2 = 0,46\%.$$

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ32-15 на дневных данных (при трансформации доходности в недельную периодичность) в виде формулы (24):

$$r_{2-15} = 0,77\% + 0,0060VTWO - 0,0025VFIF, \quad (24)$$

$$R^2 = 0,72\%,$$

где VTWO – натуральный логарифм объема торгов фьючерсом на двухлетнюю корзину за неделю;

VFIF – натуральный логарифм объема торгов фьючерсом на пятнадцатилетнюю корзину за неделю.

Уравнение регрессии, объясняющей доходность торговой модели ЦК ОФ32-15 на недельных данных в виде формулы (25):

$$r_{w2-15} = -2,17\% + 0,0034VTWO + 0,0046VFIF, \quad (25)$$

$$R^2 = 2,91\%.$$

Согласно индексу ликвидности, фьючерс на четырехлетнюю корзину ликвиднее, чем фьючерс на шестилетнюю корзину, следовательно, в соответствии с ожидаемой связью коэффициент при VFOUR должен быть положительным, а при VSIX – отрицательным, что и подтвердилось при оценке регрессионной модели как на дневных, так и на недельных данных.

Более низкий коэффициент детерминации для торговой модели 6-10 на недельных данных говорит о том, что в данном случае доходность в меньшей

степени является премией за разницу в ликвидностях. Однако, несмотря на это, торговая модель недельных данных продолжает генерировать существенную эффективность.

Учитывая, что, согласно индексу ликвидности, фьючерс на десятилетнюю корзину ликвиднее, чем фьючерс на шестилетнюю, ожидаемая связь аналогичным образом подтвердилась и в торговой модели ЦК ОФЗ36-10. Более низкий коэффициент детерминации на недельных данных мы интерпретируем также, как и в предыдущей торговой модели. Модель ЦК ОФЗ36-10 остается эффективной на недельных данных.

Ожидаемая связь не подтвердилась лишь в торговой модели ЦК ОФЗ2-15, так как коэффициенты, по большей части, не имеют ожидаемых знаков.

То, что торговая модель для пары фьючерсов 2-15 единственная, которая показала отрицательную доходность на внеоптимизационном периоде недельных данных приводит нас к важному выводу. А именно, 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, обусловленные разницей в ликвидности торгуемых инструментов.

Для оценки влияния стоимости поставочных опционов на эффективность торговых моделей ЦК мы также применили регрессионный анализ, как отражено в таблице 27. За показатель, представляющий стоимость поставочного опциона, вшитого во фьючерсный контракт, мы взяли нетто-базис относительно облигации STD корзины, рассчитываемый как валовый базис скорректированный на кэрри, который мы рассматриваем как разницу между купонным доходом и процентной ставкой по специальной сделке РЕПО с облигацией.

Таблица 27 – Регрессионный анализ влияния поставочных опционов на доходность ЦК

Рынок России				Рынок Италии			
Пара 4-6				Пара 2-5			
α , %	NB ₄	NB ₆	R ² , %	α , %	NB ₂	NB ₅	R ² , %
0,78	0,0043	-0,0029	0,55	0,34	-0,0022	0,0042	0,07
Пара 6-10				Пара 5-10			
α , %	NB ₆	NB ₁₀	R ² , %	α , %	NB ₅	NB ₁₀	R ² , %
1,44	-0,0046	0,0108	1,00	1,48	-0,0798	0,0177	5,41
Пара 2-15				Пара 2-10			
α , %	NB ₂	NB ₁₅	R ² , %	α , %	NB ₂	NB ₁₀	R ² , %
0,63	0,0048	-0,0004	0,26	1,43	-0,0145	-0,0450	0,25
Рынок США				Рынок Германии			
Пара 5-10				Пара 2-10			
α , %	NB ₅	NB ₁₀	R ² , %	α , %	NB ₂	NB ₁₀	R ² , %
-0,66	0,0129	0,0243	3,98	14,74	2,87	-3,19	2,70
Пара 10-30				Пара 10-30			
α , %	NB ₁₀	NB ₃₀	R ² , %	α , %	NB ₁₀	NB ₃₀	R ² , %
4,63	-0,0102	-0,0121	8,24	-0,32	-0,2781	0,2301	7,92
Пара 5-30				Пара 2-30			
α , %	NB ₅	NB ₃₀	R ² , %	α , %	NB ₂	NB ₃₀	R ² , %
-2,82	0,0507	0,0053	4,87	4,69	1,82	0,1943	2,72

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Согласно М. Чоудри, именно такой метод расчета нетто-базиса отождествляет его со стоимостью поставочного опциона [34]. Временные ряды нетто-базисов по фьючерсам исследуемых рынков, рассчитанные данным методом, получены из терминала Bloomberg [29].

Доходность пары являлась объясняемой переменной, и, в соответствии с таблицей 27, α – константа, цифра под NB_x – коэффициент регрессии для нетто-базиса фьючерса пары на соответствующую корзину, R² – коэффициент детерминации линейной регрессии.

Как видно из таблицы 27, изменения цен поставочных опционов фьючерсов пары в 7 из 12 случаев в противоположном направлении влияют на изменения доходности торговой модели пары, то есть коэффициенты имеют разный знак. В 9 из 12 случаев альфа положительна, что является положительной инвестиционной характеристикой для торговой модели.

Мы провели корреляционный анализ для выявления связи между объясняющей силой (выраженной в R^2) моделей влияния соответствующих поставочных опционов и эффективностью торговых моделей ЦК (выраженной в коэффициенте Шарпа). Коэффициент корреляции составил существенные 45,70%.

Указанное наблюдение привело нас к выводу, что торговые модели, поведение доходностей которых больше зависит от влияния поведения цен поставочных опционов, что выражается в более высоких R^2 соответствующих регрессий, будут более эффективными, что объясняется, вероятно, тем, что они лучше используют рыночную неэффективность, связанную с неправильной оценкой рынком поставочных опционов фьючерсов.

Данные результаты подтверждают третье ключевое следствие ГАР, приведенное в конце первого параграфа первой главы, 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.

Переходим к выводам по итогам третьей главы. Авторская торговая модель арбитража кривой доходности превзошла по показателям эффективности торговую модель предшественников, что объясняется наличием оптимизируемых параметров и гибким основным индикатором – скользящим средним спреда доходности, что позволяет ей гибко адаптироваться под изменяющиеся рыночные условия. Это доказывает ГАР. Наибольшую эффективность дает арбитражная торговля инструментами с разницей в сроке погашения не более 1 года.

Авторская торговая модель (ЦК) статистического арбитража на рынках фьючерсов на государственные облигации показала свое превосходство над моделью предшественников (Куинна) на дневных и часовых данных, что было выявлено благодаря разработанной балльной системе оценки моделей, включающих четыре синтетических показателя, характеризующих риск и доходность. Ее превосходство объясняется наличием более гибких концепций хеджирования и триггеров, позволяющих подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия, что доказывает ГАР.

Рынок России набрал в два раза больше баллов по сравнению с рынком Италии (5:2,5), что позволяет нам судить о том, что он более результативный с точки зрения статистического арбитража на фьючерсах на государственные облигации, чем рынок Италии. Это может объясняться более высокой премией за риск ликвидности российского рынка в данном сегменте.

Рынок США показал себя более результативным с точки зрения риска и доходности, чем рынок Германии. Это объясняется, вероятно, тем, что большая волатильность процентных ставок создает больше временной неэффективности и, как следствие, арбитражных возможностей.

Как показал регрессионный анализ, 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, обусловленные 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. Данные результаты подтверждают третье ключевое следствие Гипотезы адаптивных рынков, приведенное в конце

первого параграфа первой главы, так как более эффективными оказываются те модели, которые лучше адаптированы к изменяющимся рыночным условиям и факторам ценообразования, которые проявляются в поведении объемов торгов и цен поставочных опционов.

Мы предлагаем участникам рынка добавление инвестиций в торговые модели ЦК в портфель корпоративных облигаций, так как это позволяет улучшить инвестиционные характеристики портфеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы являлось создание 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. В течение работы над диссертационным исследованием был изучен накопленный опыт в сфере алгоритмической арбитражной торговли на соответствующем сегменте финансового рынка, были исследованы основные виды стратегий, на которых основываются торговые модели арбитража. Были изучены труды преимущественно зарубежных, а также российских специалистов, что составило теоретический фундамент исследуемой темы. Благодаря проделанной работе поставленная цель научного исследования была достигнута, а задачи – выполнены.

Основной теоретической предпосылкой усовершенствованных торговых моделей была Гипотеза адаптивных рынков, впервые предложенная профессором MIT Э.В. Ло в 2004 году. Она предполагает изменчивость рыночной эффективности.

Мы опирались 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.

В первой главе разработана типология стратегий арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов, которая охватывает 17 типов

стратегий. Все типы стратегий распределены по четырем видам: Арбитраж на рынке государственного долга, арбитраж на рынке негосударственного долга, интернациональный арбитраж и арбитраж на конвертируемых облигациях. Данная 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.

Данная типология позволяет смоделировать различные арбитражные стратегии с выбором подходящих финансовых инструментов и методов хеджирования для тестирования на исторических данных. Предлагаемая нами 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. Мы выделяем новый вид арбитража – интернациональный арбитраж, относя к нему 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.

В первой главе впервые была разработана классификация рисков арбитражных стратегий по критерию их контролируемости. Мы выявили 12 видов риска, которым подвержены арбитражеры на рынках долговых инструментов и их деривативов. В результате их анализа, шесть: специфический риск, модельный риск, риск балансовой ликвидности, риск рыночной ликвидности, риск процентной ставки, кредитный риск были отнесены к группе частично контролируемых рисков, для которых предложены методы их минимизации. Методы минимизации для них, соответственно: диверсификация; проверка моделей на исторических данных; соблюдение уровня достаточности с

адекватным запасом прочности; селекция инструментов; динамическое хеджирование; селекция инструментов и хеджирование. Шесть других рисков мы отнесли к неконтролируемым рискам: риск хвостового события, риск недоступности заемного финансирования, риск выводов денег инвесторами, риск «заражения», риск избегания рисков конкурентами, риск недостаточного объема совокупного капитала, задействованного в арбитражном бизнесе.

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

Во второй главе работы 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. Шесть параметров: риск, ликвидность, капитал потенциальных инвесторов, доступность финансовых инструментов, объем арбитражного капитала (капитал, задействованный в арбитражных стратегиях) и финансовая грамотность населения. Мы выбрали для анализа рынки стран, на которых в третьей главе работы тестировались разработанные торговые модели арбитража на фьючерсах на государственные облигации. Выбор Италии обусловлен развитостью ее рынка фьючерсов на облигации, доступностью временных рядов цен фьючерсов и сопоставимостью капитализации фондового рынка с капитализацией российского.

Сравнительный анализ показал, что на данном этапе итальянский рынок более пригоден для арбитража, чем российский, а рынок США в этом плане на первом месте.

Мы также пришли к выводу, что более низкая и менее однородная ликвидность российского рынка по сравнению с развитыми рынками может скрывать в себе определенный потенциал прибыли для арбитражеров, зарабатывающих на премиях за разницу в ликвидности схожих инструментов.

Во второй главе на основе анализа нормативной документации было выявлено, что оптимальной организационно-правовой формой для хедж-фонда в России в современных условиях является интервальный паевой инвестиционный фонд финансовых инструментов. Вывод сделан на основе критериев – наименьших ограничений по составу и структуре активов и приемлемого для фонда и его инвесторов режима погашения паев.

Также во второй главе 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.

В третьей главе диссертации была разработана авторская торговая модель арбитража кривой доходности для рынка российских облигаций ОФЗ, которую мы назвали оптимальной. Как мы выявили, единственная торговая модель арбитража кривой доходности на рынке государственных облигаций, опубликованная до нас в академической печати – это кумулятивная модель.

Предлагаемая нами 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 по мере поступления новых данных.

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

Третье отличие нашей 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. Если уровни триггеров не достигнуты, портфель остается вне рынка и зарабатывается нулевая избыточная доходность. В кумулятивной же модели соответствующие позиции открывались, как только имелось отклонение от безусловного спреда на любую величину.

Результаты обратного тестирования на данных облигаций ОФЗ доказали более высокую эффективность оптимальной (авторской) торговой модели арбитража кривой доходности. Данный результат доказывает ГАР в ее трех ключевых следствиях, так как арбитражные возможности наглядно отражены, авторская модель более сложна, и наша модель имеет оптимизируемые параметры и гибкий индикатор в виде скользящего среднего спреда доходности, что позволяет ей более гибко и динамично адаптироваться под изменяющиеся рыночные условия.

В третьей главе также была разработана, протестирована и сравнена с моделью предшественников – моделью Куинна (бенчмарком) авторская арбитражная торговая модель ЦК для рынков фьючерсов на корзины государственных облигаций. Ценовой коэффициент, который является основным индикатором торговой модели, представляет собой отношение цен фьючерсов, торгуемых в паре. Другие два индикатора модели ЦК рассчитываются на основе ценового коэффициента: скользящее среднее ценового коэффициента и стандартное отклонение ценового коэффициента. ЦК предполагает открытие позиций на снижение/увеличение ценового коэффициента при отклонении ценового коэффициента от скользящего среднего на n стандартных отклонений вверх/вниз. Торговая модель ЦК имеет четыре оптимизируемых параметра.

Торговая модель Куинна, которую мы использовали как бенчмарк, имеет своим основным индикатором $MEAN_S$, т.е. среднее значение спреда цен

фьючерса 1 и фьючерса 2 (F1-F2), рассчитываемое за период обучения PER [первый оптимизируемый параметр] и остающееся зафиксированным в течение TRA [второй оптимизируемый параметр] рабочих дней (часов). Всего данная модель также имеет четыре оптимизируемых параметра.

В третьей главе 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 авторских торговых моделей ЦК проводилась методом дифференциальной эволюции с точки зрения максимизации аннуализированного коэффициента Шарпа.

Для того чтобы определить является ли наша торговая модель (ЦК) статистического арбитража более совершенной, чем торговая модель-бенчмарк, а также выявить какие рынки деривативов долговых инструментов более результативны при применении торговых моделей арбитража, была разработана балльная система оценки эффективности моделей.

Мы выбрали четыре показателя (коэффициенты Шарпа, Омега, Кальмара и асимметрия/куртозис), которые, на наш взгляд, 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.

Благодаря разработанной балльной системе оценки, было выявлено, что авторская торговая модель ЦК превосходит по эффективности бенчмарк, как на дневных, так и часовых данных. Таким образом были подтверждены все три ключевые следствия ГАР. Более гибкая система триггеров и хеджирования позволяет торговой модели ЦК лучше подстраиваться под изменяющиеся рыночные условия.

При статистическом арбитраже на фьючерсах на государственные облигации рынок России представляется более результативным, чем рынок Италии, а рынок США более результативным, чем рынок Германии.

В третьей главе была оценена реализуемость предлагаемых торговых моделей ЦК на рынке фьючерсов на ОФЗ, принимая во внимание ограниченную ликвидность на данном рынке. Риск (вероятность) невозможности осуществить сделку, требуемую торговой моделью, своевременно по приемлемой цене на дневных данных составил от 3,72% до 10,99% на дневных данных и от 0,13% до 1,08% на недельных данных, в связи с чем был сделан вывод, что арбитражерам, ориентирующимся на более низкий риск подойдет более низкочастотная торговля, т.е. на основе недельных данных.

В третьей главе 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, обусловленные разницей в ликвидности торгуемых инструментов.

В третьей главе в результате построения линейных регрессий доходностей торговых моделей к ценам поставочных опционов (нетто-базисов STD 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, что выражается в более высоких R^2 соответствующих регрессий, 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.

В третьей главе на основе сравнительного анализа эффективности различных вариантов портфелей было доказано, что добавление инвестиций в предложенные торговые модели ЦК в портфель пассивного инвестирования в долговые инструменты в соответствии с моделью Марковица создает дополнительный положительный экономический эффект.

Таким образом, можно говорить о том, что научные результаты, выводы и предложения в рамках нашего диссертационного исследования имеют высокую научную значимость и решают задачу повышения эффективности управления финансовыми активами.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей диссертации применяют следующие сокращения и обозначения:

ГАР – Гипотеза адаптивных рынков

ГЭР – Гипотеза эффективного рынка

ДЭ – Дифференциальная эволюция

МБК – рынок межбанковского кредитования

НКД – накопленный купонный доход

ОФЗ – облигации федерального займа России

ТЕД-спред – ценовая разница между фьючерсом на 91-дневный T-Bill и фьючерсом на 90-дневный Евродоллар

ЦК – торговая модель ценового коэффициента

ABS-фактор – asset-based style factor (рус.: бенчмарк, выведенный из наблюдаемых рыночных цен соответствующих активов, который представляет эффективность соответствующей стратегии хедж-фонда)

CDS – credit default swap (рус.: кредитно-дефолтный своп)

CF – conversion factor (рус.: конверсионный фактор)

CG – CreditGrades, структурная модель кредитного риска

CTD – cheapest-to-deliver (рус.: облигация, наиболее выгодная к поставке)

EDF – Expected default frequency (рус.: модель ожидаемой частоты дефолтов, принадлежащая компании Moody's KMV)

FVS – Fair value spread (рус.: справедливое значение кредитного спреда, подразумеваемой моделью EDF)

JLT - Jarrow-Lando-Turnbull model (рус.: кредитная модель приведенной формы Жарро, Ландо и Тернбулла)

LIBOR – London Interbank Offered Rate (рус.: Лондонская межбанковская ставка предложения)

MBS - Mortgage Backed Securities (рус.: ипотечные ценные бумаги)

OIS – overnight indexed swap (рус.: процентный своп, плавающая ставка которого привязана к однодневной ставке денежного рынка)

SEC – Securities and exchange commission (рус.: Комиссия по ценным бумагам и биржам США)

SMA - Simple moving average (рус.: простое скользящее среднее)

TIPS – Treasury Inflation-Protected Securities (рус.: облигации казначейства США, цена которых привязана к инфляции)

TRS – total return swap (рус.: своп на совокупный доход)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные документы

1. Российская федерация. Законы. О составе и структуре активов акционерных инвестиционных фондов и активов паевых инвестиционных фондов [указание Банка России от 05.09.2016 № 4129-У] // Справочно–правовая система «КонсультантПлюс». – Текст : электронный. – URL: [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=216997-](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=216997-0&rnd=857D45F6F6F5E401F86B85156EFD2F98&req=doc&base=LAW&n=332142&REFDOC=216997&REFBASE=LAW#1u4sykt4q2e)

[0&rnd=857D45F6F6F5E401F86B85156EFD2F98&req=doc&base=LAW&n=332142&REFDOC=216997&REFBASE=LAW#1u4sykt4q2e](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=216997-0&rnd=857D45F6F6F5E401F86B85156EFD2F98&req=doc&base=LAW&n=332142&REFDOC=216997&REFBASE=LAW#1u4sykt4q2e) (дата обращения: 10.10.2019).

2. Российская Федерация. Законы. Об инвестиционных фондах : Федеральный закон № 156-ФЗ : [принят Государственной Думой 11 октября 2001 года : одобрен Советом Федерации 14 ноября 2001] // Справочно–правовая система «КонсультантПлюс». – Текст : электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34237/ (дата обращения: 10.10.2019).

Научные и периодические издания

3. Алиев, А.Т. Управление инвестиционным портфелем / А.Т. Алиев, К.В. Сомик. – Москва : Издательско-торговая корпорация Дашков и К°, 2015. — 160 с. – ISBN 978-5-394-01292-1.

4. Володин, С.Н. Статистический арбитраж на российском фондовом рынке / С.Н. Володин, И.А. Коченков // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 6. – С. 237-244. – ISSN 2618-9828.

5. Липатников, В.С. Эффективность парного статистического арбитража на российском фондовом рынке / В.С. Липатников, С.Г. Ломджария,

П.А. Мазуровский, Т.С. Маркова // Банковское дело. – 2017. – № 5. – С. 38-42. – ISSN 2071-4904.

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

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Проскуряков, И.М. Сущность арбитража на рынке долговых инструментов и его роль в рыночной экономике / И.М. Проскуряков // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 3(12) – С. 101-108. – ISSN 2413-0869.

11. Суэтин, А.А. Техника арбитража на финансовых рынках / А.А. Суэтин // Финансы и кредит. – 2008. – № 30 (318). – С. 11-19. – ISSN 2071-4688.

Электронные ресурсы

12. Калюков, Е.Ю. Число долларовых миллионеров в России установило новый рекорд / Е.Ю. Калюков // РБК. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/19/06/2018/5b28e3329a79475c6c62e5a9> (дата обращения: 25.11.2018).

13. Объем рынка корпоративных облигаций и корпоративных еврооблигаций России. Информационное агентство CBonds : официальный сайт. – 2018. – URL: <http://cbonds.ru/news/item/893149> (дата обращения: 25.11.2018). – Текст : электронный.

14. Российский индекс волатильности. Платформа с доступом к финансовым рынкам. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://ru.investing.com/indices/russian-vix> (дата обращения: 25.11.2018).

15. Рынок стандартизированных ПФИ, Продукты. Московская биржа : официальный сайт. – 2013. – URL: <http://moex.com/s942> (дата обращения: 28.02.2017). – Текст : электронный.

16. Фьючерсы на корзины ОФЗ на Московской бирже. Графики и данные : официальный сайт. – 2018. – URL: <https://futofz.moex.com/ru/graph.aspx> (дата обращения: 09.07.2020). – Текст : электронный.

17. Фьючерсы на корзины ОФЗ на Московской бирже. Инструменты : официальный сайт. – 2018. – URL: <https://futofz.moex.com/ru/data.aspx> (дата обращения: 09.07.2020). – Текст : электронный.

Источники на иностранных языках

18. Agarwal, V. Risk and Return in Convertible Arbitrage: Evidence from the Convertible Bond Market / V. Agarwal, W.H. Fung, Y.C. Loon, N.Y. Naik // Journal of Empirical Finance. – 2011. – V. 18. – № 2. – P. 175-194. – ISSN 0927-5398.

19. Alfred Winslow Jones Resource Page. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.valuwalk.com/alfred-winslow-jones/> (дата обращения: 20.04.2018).

20. Amadeo, K. What Was the Long-Term Capital Management Hedge Fund Crisis? / K. Amadeo // The Balance. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.thebalance.com/long-term-capital-crisis-3306240> (дата обращения: 28.09.2018).

21. Andrade, S.C. Understanding the Profitability of Pairs Trading. Working paper / S.C. Andrade, V. Pietro, M.S. Seasholes // UC Berkeley Haas School. – 2005. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.1045&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 27.09.2018).

22. Arbitrage in the Credit Default Swap and Bond Markets: An Empirical Study – 2009. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://docplayer.net/16312614-Arbitrage-in-the-credit-default-swap-and-bond-markets-an-empirical-study.html> (дата обращения: 01.09.2017).

23. Ardia, D. DEoptim: An R Package for Global Optimization by Differential Evolution / D. Ardia, K.M. Mullen, D.L. Gil, D. Windover, J. Cline // – 2009. – DOI отсутствует. – Текст : электронный. – URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/21743/1/MullenArdiaGilWindoverCline_DEoptimAnRPackageForGlobalOptimizationByDifferentialEvolution.pdf (дата обращения: 23.04.2019).

24. Bank, E. Hedge Fund Strategies (10) – Trading the TED Spread / E. Bank // 2011. – Текст : электронный. – URL: <http://www.hedgefundwriter.com/2011/10/02/hedge-fund-strategies-10-%E2%80%93-trading-ted-spread/> (дата обращения: 02.09.2017).

25. Beder, T. Financial Engineering / T. Beder, C.M. Marshall. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2011. – 595 p. – ISBN 978-0-470-88981-7.

26. Bhansali, V. Bond Portfolio Investing and Risk Management / V. Bhansali. – New York : McGraw-Hill, 2011. – 289 p. – ISBN 978-0-07-171325-2.

27. Black, F. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // F. Black, M. Scholes // Journal of Political Economy. – 1973. – V. 81. – № 3. – P. 637–654. – ISSN 0022-3808.

28. Black, F. Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions // F. Black, J. Cox // The Journal of Finance. – 1976. – V. 31. – № 2. – P. 351–367. – ISSN 0022-1082.

29. Bloomberg Terminal : the official website. – URL: <https://www.bloomberg.com/professional/support/software-updates/> (дата обращения: 20.12.2018). – Текст : электронный.

30. Bowen, D. High-Frequency Equity Pairs Trading: Transaction Costs, Speed of Execution, and Patterns in Returns / D. Bowen, M.C. Hutchinson, and N. O'Sullivan // *The Journal of Trading*. – 2010. – V. 5. – № 3. – P. 31-38. – ISSN 1559-3967.

31. Cboe/CBOT 10-year U.S. Treasury Note Volatility Index (TYVIX). CBOE Exchange : the official website. – 2018. – URL: <http://www.cboe.com/products/vix-index-volatility/volatility-on-interest-rates/cboe-cbot-10-year-u-s-treasury-note-volatility-index-tyvix> (дата обращения: 27.11.2018). – Текст : электронный.

32. Chaplin, G. Credit derivatives / G. Chaplin. – Chichester : John Wiley & Sons, 2010. – 376 p. – ISBN 978-0-470-68644-7.

33. Choudhry, M. The Bond and Money Markets: Strategy, Trading, Analysis / M. Choudry. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2001. – 1123 p. – ISBN 978-0-7506-4677-2.

34. Choudhry, M. The Futures Bond Basis / M. Choudhry. – Chichester : John Wiley & Sons, 2006. – 236 p. – ISBN-13 978-0-470-02589-5.

35. Chua, C.T. Profiting from Mean-Reverting Yield Curve Trading Strategies / C.T. Chua, T.H. Koh, K. Ramaswamy // *Journal of Fixed Income*. – 2006. – V. 15. – № 4. – P. 20-33. – ISSN 1059-8596.

36. Credit long/short portfolio. Summary prospectus (of investment product). A Live Document Repository. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <http://hosted.rightprospectus.com/AllianceBernstein/Fund.aspx?cu=01881M566&dt=SP&SS=ABI> (дата обращения: 31.12.2017).

37. Crosbie, P. Modeling Default Risk / P. Crosbie, J. Bohn // Moody's KMV. – 2003. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://business.illinois.edu/gpennacc/MoodysKMV.pdf> (дата обращения: 20.04.2018).

38. Culp, C. The Empirical Merton Model / C. Culp, Y. Nozawa, P. Veronesi // University of Maryland. – 2014. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL:

<https://www.rhsmith.umd.edu/files/Documents/Departments/Finance/seminarfall2014/veronesi.pdf> (дата обращения: 23.04.2019).

39. Do, B. Are Pairs Trading Profits Robust to Trading Costs? / B. Do, R. Faff // *Journal of Financial Research*. – 2012. – V. 35. – № 2. – P. 261-287. – ISSN 1475-6803.

40. Do, B. Does Simple Pairs Trading Still Work? / B. Do, R. Faff // *Financial Analysts Journal*. – 2010. – V. 66. – № 4. – P. 83-95. – ISSN 0015-198X.

41. Drehmann, M. Funding liquidity risk: Definition and measurement / M. Drehmann, K. Nikolaou // *Journal of Banking and Finance*. – 2013. – V. 37. – № 7. – P. 2173-2182. – ISSN 0378-4266.

42. Du, J. Long-Short Investing and Information Flow Between the Equity and Credit Default Swap Markets / J. Du, J. Zhang. – Moody's Analytics: Quantitative research group, March 2014. – 28 p.

43. Duan, J. On the Equivalence of KMV and Maximum Likelihood Methods for Structural Credit Risk Models / J. Duan, G. Gauthier, J. Simonato // *The Federal Deposit Insurance Corporation*. – 2005. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.fdic.gov/bank/analytical/cfr/2005/apr/jcduan-ggauthier-jsimonato.pdf> (дата обращения: 20.04.2018).

44. Duarte, J. Risk and Return in Fixed-Income Arbitrage: Nickels in Front of a Steamroller? / J. Duarte, F.A. Longstaff, F. Yu. // *The Review of Financial Studies*. – 2007. – № 3. – P. 769-811. – ISSN 0893-9454.

45. Dym, S.I. *The Complete Practitioner's Guide to the Bond Market* / S.I. Dym. – New York : McGraw-Hill, 2010. – 456 p. – ISBN 978-0-07-171372-6.

46. Economic indicators. Trading Economics data provider. – 2018. – URL: <https://tradingeconomics.com/> – Текст : электронный (дата обращения: 25.11.2018).

47. Engelberg, J. An Anatomy of Pairs Trading: The Role of Idiosyncratic News, Common Information and Liquidity / J. Engelberg, P. Gao, R. Jagannathan // *Working paper*. – 2009. – Текст : электронный. – DOI 10.2139/ssrn.1330689. – URL:

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1330689 (дата обращения: 28.09.2018).

48. Erickson, M. How Prevalent is Tax Arbitrage? Evidence from the Market for Municipal Bonds / M. Erickson, A. Goolsbee, E.L. Maydew // *National Tax Journal*. – 2003. – V. 56. – № 1. – P. 259-270. – ISSN 0028-0283.

49. Fabozzi, F.J. Bond markets, analysis, and strategies / F.J. Fabozzi. – Boston : Pearson, 2013. – 733 p. – ISBN 978-0-13-274354-9.

50. Fabozzi, F.J. Handbook of fixed-income securities / F.J. Fabozzi, S. V. Mann. – New York : McGraw-Hill, 2012. – 1809 p. – ISBN 978-0-07-176847-4.

51. Fabozzi, F.J. Perspectives on Interest Rate Risk Management for Money Managers and Traders / F.J. Fabozzi. – New Hope : Frank J. Fabozzi Associates, 1998. – 272 p. – ISBN 978-1883249298.

52. Fama, E.F. Efficient Capital Market: A review of theory and empirical work / E.F. Fama // *The Journal of Finance*. – 1970. – V. 25. – № 2. – P. 383–417. – ISSN 0022-1082.

53. Feldstein, S.G. The Handbook of Municipal Bonds / S.G. Feldstein, F. Fabozzi. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2008. – 1332 p. – ISBN 978-0-470-10875-8.

54. Fleckenstein, M. Why does the treasury issue TIPS? The TIPS-Treasury bond puzzle / M. Fleckenstein, F.A. Longstaff, and H. Lustig // NBER working paper series. – 2010. – № 16358. – P. 1-49. – ISSN 0898-2937.

55. FTSE MIB Implied Volatility Index. Italian Stock Exchange : the official website. – 2018. – URL: <https://www.borsaitaliana.it/borsa/indici/indici-di-volatilita/dettaglio.html?indexCode=IVMIB30&lang=en> (дата обращения: 25.11.2018). – Текст : электронный.

56. Fung, W. Risks in Fixed-Income Hedge Fund Styles / W. Fung, D. Hsieh. // *The Journal of Fixed Income*. – 2002. – V. 12. – № 2. – P. 6-27. – ISSN 1059-8596.

57. Gabelli, M.J. The History of Hedge Funds – The Millionaire's Club By Mario J. Gabelli. / M.J. Gabelli. – 2000. – Текст : электронный. – URL:

http://www.gabelli.com/news/mario-hedge_102500.html (дата обращения: 20.04.2018).

58. Gatev, E. Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule / E. Gatev, W.M. Goetzmann, K.G. Rouwenhorst // *The Review of Financial Studies*. – 2006. – V. 19. – № 3. – P. 797-827. – ISSN 0893-9454.

59. Ghazani, M.M. Evaluation of the adaptive market hypothesis as an evolutionary perspective on market efficiency: Evidence from the Tehran stock exchange / M.M. Ghazani, M.K. Araghi // *Research in International Business and Finance*. – 2014. – V. 32. – № 3. – P. 50–59. – ISSN 0275-5319.

60. Green, R.C. A Simple Model of the Taxable and Tax-Exempt Yield Curves / R.C. Green. // *Review of Financial Studies*. – 1993. – V. 6. – Issue 2. – P. 233–264. – ISSN 0893-9454.

61. Gregoriou, G.N. *Encyclopedia of Alternative Investments* / G.N. Gregoriou. – Boca Raton : Taylor & Francis Group, 2009. – 541 p. – ISBN 978-1-4200-6488-9.

62. Gromb, D. Financially constrained arbitrage and cross market contagion / D. Gromb, D. Vayanos // *INSEAD Working Paper*. – 2010. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www8.gsb.columbia.edu/rfiles/finance/Finance%20Seminar/Spring%202010/Denis%20Gromb.pdf> (дата обращения: 03.09.2017).

63. Grossman, S. 1980. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets / S. Grossman, J. Stiglitz. // *American Economic Review*. – 1980. – V. 70(3). – P. 393-408. – ISSN 0002-8282.

64. Hedge Fund Industry – Assets Under Management. Barclayhedge data vendor : the official website. – 2017. – URL: https://www.barclayhedge.com/research/indices/ghs/mum/HF_Money_Under_Management.html (дата обращения: 02.09.2017). – Текст : электронный.

65. Hiremath, G.S. Stock returns predictability and the adaptive market hypothesis in emerging markets: evidence from India / G.S. Hiremath, J. Kumari // *SpringerPlus*. – 2014. – V. 3. – № 428. – P. 1–14. – ISSN 2193-1801.

66. Hodgkinson, L. Do arbitrage opportunities exist in the UK Gilt Market? / L. Hodgkinson, J. Wells // SSRN Electronic Journal. – 2009. – Текст : электронный. – DOI 10.2139/ssrn.1342429. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID1342429_code1099429.pdf?abstractid=1342429&mirid=1 (дата обращения: 27.12.2017).

67. Hull, J. Valuing Credit Default Swaps II: Modeling Default Correlations // J. Hull, A. White // Journal of Derivatives. – 2001. – V. 8. – № 3. – P. 12–21. – ISSN 1074-1240.

68. Indicative margin requirements for Eurex futures. Brokerage service firm. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://trading.prorealttime.com/en/margin-requirements> (дата обращения: 01.12.2018).

69. Kakodkar, A. Correlation Trading / A. Kakodkar, B. Martin, S. Galiani // Merrill Lynch Global Securities Research & Economics Group. – 2003. – Текст : электронный. – URL: <http://www.fxfl.com/english-books/Correlation%20Trading.pdf> (дата обращения: 27.12.2017).

70. Keynes, J.M. The Collected Writings of John Maynard Keynes: A Tract on Monetary Reform: Volume IV / J.M. Keynes. – New York : Cambridge University Press, 2013. – 172 p. – ISBN 978-1-107-61030-9.

71. Kim, J.H. Stock return predictability and the adaptive markets hypothesis: Evidence from century-long U.S. data / J.H. Kim, A. Shamsuddin, K.P. Lim // Journal of Empirical Finance. – 2011. – V. 18. – № 5. – P. 868–879. – ISSN 0927-5398.

72. Klapper, L. Financial Literacy Around the World: insights from the Standard & Poor's ratings services global financial literacy survey / L. Klapper, A. Lusardi, P. van Oudheusden. – 2015. – Текст : электронный. – URL: http://gflec.org/wp-content/uploads/2015/11/Finlit_paper_16_F2_singles.pdf (дата обращения: 20.04.2018).

73. Kondor, P. Risk in dynamic arbitrage: price effects of convergence trading / P. Kondor // The Journal of Finance. – 2009. – V. 64. – № 2. – P. 638-658. – ISSN 0022-1082.

74. Kothari, V. Credit derivatives and structured credit trading / V. Kothari. – Asia : John Wiley & Sons, 2009. – 482 p. – ISBN 978-0-470-82292-0.

75. Laborda, J. Optimal currency carry trade strategies / J. Laborda, R. Laborda, J. Olmo // International Review of Economics & Finance. – 2014. – V. 33. – P. 52-66. – ISSN 1059-0560.

76. Lancaster, B.P. Structured Products and Related Credit Derivatives / B.P. Lancaster, G.M. Schultz, F.J. Fabozzi. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2008. – 523 p. – ISBN 978-0-470-12985-2.

77. Lee, C. Handbook of Quantitative Finance and Risk Management / C. Lee, A.C. Lee, J. Lee. – New York : Springer, 2010. – 1731 p. – ISBN 978-0-387-77116-8.

78. Leland, H. Corporate Debt Value, Bond Covenants, and Optimal Capital Structure / H. Leland // The Journal of Finance. – 1994. – V. 49. – № 4. – P. 1213-1252. – ISSN 0022-1082.

79. Lim, K.P. Are US stock index returns predictable? Evidence from automatic autocorrelation-based tests / K.P. Lim, W. Luo, J.H. Kim // Applied Economics. – 2013. – V. 45. – № 8. – P. 953-962. – ISSN 0003-6846.

80. List of Countries by GDP (nominal) per capita. StatisticsTimes.Com data provider. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <http://statisticstimes.com/economy/countries-by-gdp-capita.php> (дата обращения: 30.03.2019).

81. Liu, J. Losing money on arbitrage: optimal dynamic portfolio choice in markets with arbitrage opportunities / J. Liu, F. Longstaff // The Review of Financial Studies. – V. 17. – № 3. – 2004. – P. 611–641. – ISSN 0893-9454.

82. Lo, A.W. Adaptive Markets and the New World Order / A.W. Lo // Financial Analysts Journal. – 2012. – V. 68. – № 2. – P. 19–29. – ISSN 0015-198X.

83. Lo, A.W. Reconciling Efficient Markets with Behavioral Finance: The Adaptive Markets Hypothesis / A.W. Lo // Journal of Investment Consulting. – 2005. – V. 7. – № 2. – P. 21–44.

84. Lo, A.W. The Adaptive Markets Hypothesis / A.W. Lo. // The Journal of Portfolio Management. – 2004. – V. 30. – № 5. – P. 15–29. – ISSN 0095-4918.

85. Long term euro-btp futures (margin parameters). Financial portal. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.onvista.de/futures/snapshot/FBTPH19> (дата обращения: 29.11.2018).

86. Lumis, C.J. The Jones Nobody Keeps Up With / C.J. Lumis // *Fortune*. – 1966. – № 4. – P. 237-247. – ISSN 0015-8259.

87. Manahov, V. A note on the relationship between market efficiency and adaptability – New evidence from artificial stock markets / V. Manahov, R. Hudson // *Expert Systems with Applications*. – 2014. – V. 41. – № 16. – P. 7436–7454. – ISSN 0957-4174.

88. Mancini-Griffoli, T. Limits to arbitrage during the crisis: funding liquidity constraints and covered interest parity / T. Mancini-Griffoli, A. Ranaldo. // *Swiss National Bank Working Papers*. – 2014. – № 14. – Текст : электронный. – DOI 10.2139/ssrn.1549668. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID1763955_code253421.pdf?abstractid=1549668&mirid=1 (дата обращения: 11.10.2019).

89. Markowitz, H.M. Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets / H.M. Markowitz. – Oxford : Basil Blackwell, 1990. – 387 p. – ISBN 978-0-631-17854-5.

90. Markowitz, H.M. Portfolio selection / H.M. Markowitz // *The Journal of Finance*. – 1952. – № 7. – P. 77-91. – ISSN 0022-1082.

91. Martellini, L. Fixed-Income Securities / L. Martellini, P. Priaulet, S. Priaulet. – Chichester : John Wiley & Sons, 2003. – 631 p. – ISBN 978-0-470-85277-1.

92. Martellini, L. Understanding the butterfly strategy / L. Martellini, P. Priaulet, S. Priaulet // *Research and innovation notes. World's Local Bank*. – 2002. – № 1. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: [http://www.jamesgoulding.com/Research_II/Butterfly/Butterfly%20\(Understanding\).pdf](http://www.jamesgoulding.com/Research_II/Butterfly/Butterfly%20(Understanding).pdf) (дата обращения: 11.10.2019).

93. Mayordomo, S. A New Test of Statistical Arbitrage with Applications to Credit Derivatives Markets / S. Mayordomo, J.I. Pena, J. Romo // *CNMV Working paper*. – 2011. – Текст : электронный. – DOI 10.2139/ssrn.1796791. – URL:

http://www.cnmv.es/docportal/publicaciones/monografias/dt47_weben.pdf (дата обращения: 27.12.2017).

94. McWhinney, J.E. A brief history of the hedge fund / J.E. McWhinney. – 2009. – Текст : электронный. – URL: <http://www.cbc.ca/news/business/a-brief-history-of-the-hedge-fund-1.835329> (дата обращения: 20.04.2018).

95. Merton, R. On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates / R. Merton. // *The Journal of Finance*. – 1974. – V. 29. – № 2. – P. 449-470. – ISSN 0022-1082.

96. Mid term euro-btp futures (margin parameters). Financial portal. – 2018. – Текст : электронный. URL: <https://www.onvista.de/futures/snapshot/FBТМН19> (дата обращения: 29.11.2018).

97. Mitchell, M. Arbitrage crashes and the speed of capital / M. Mitchell, T. Pulvino // *Journal of Financial Economics*. – 2012. – V. 104. – № 3. – P. 469-490. – ISSN 0304-405X.

98. Mitchell, M. Slow Moving Capital. / M. Mitchell, L.H. Pedersen, T. Pulvino. // *American Economic Review*. – 2007. – V. 97. – № 2. – P. 215-220. – ISSN 0002-8282.

99. Neely, C.J. The Adaptive Markets Hypothesis: Evidence from the Foreign Exchange Market / C.J. Neely, P.A. Weller, J.M. Ulrich // *Journal of financial and quantitative analysis*. – 2009. – V. 44. – № 2. – P. 467–488. – ISSN 0022-1090.

100. Outstanding amount of Russian government eurobonds. CBonds agency : the official website. – 2018. – URL: http://cbonds.com/pages/Russia_bond (дата обращения: 25.11.2018). – Текст : электронный.

101. Pan, G. Equity to Credit Pricing / G. Pan. // *The Journal of Risk*. – 2001. – № 3. – P. 99–102. – ISSN 1465-1211.

102. Perlin, M.S. Evaluation of Pairs Trading Strategy at the Brazilian Financial Market / M.S. Perlin. // *Journal of Derivatives & Hedge Funds*. – 2009. – V. 15. – № 3. – P. 122-136. – ISSN 1753-9641.

103. Philips, K.S. Hedge Funds / K.S. Philips, R.J. Surz. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2003. – 224 p. – ISBN 978-0-471-46309-4.

104. Poitras, G. Risk Management, Speculation, and Derivative Securities / G. Poitras. – Academic Press, 2002. – 601 p. – ISBN 978-0-12-558822-5.

105. Pole, A. Statistical Arbitrage: Algorithmic Trading Insights and Techniques / A. Pole. – New Jersey : John Wiley & Sons, 2007. – 230 p. – ISBN 978-0-470-13844-1.

106. Popovic, S. Adaptive Markets Hypothesis: Empirical Evidence From Montenegro Equity Market / S. Popovic, A. Mugosa, A. Durovic // Economic Research. – 2013. – V. 26. – № 3. – P. 31–46. – ISSN 1331-677X.

107. Preqin Special Report: hedge funds in Europe. Preqin data provider : the official website. – 2018. – URL: <http://docs.preqin.com/reports/Preqin-Special-Report-Hedge-Funds-in-Europe-June-2017.pdf> (дата обращения: 22.04.2019). – Текст : электронный.

108. Preqin Special Report: Hedge Funds in the US. Preqin data provider : the official website. – 2016. – URL: <http://docs.preqin.com/reports/Preqin-Special-Report-Hedge-Funds-in-the-US-October-2016.pdf> (дата обращения: 22.04.2019). – Текст : электронный.

109. Proskuryakov, I.M. 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.

110. Quinn, B. Picking up the pennies in front of the bulldozer: The profitability of gilt based trading strategies / B. Quinn, A. Hanna, F. MacDonald // Finance Research Letters. – 2018. – V. 27. – № 4. – P. 214-222. – ISSN 1544-6123.

111. Rambaldini, A. How to Interpolate Interest Rates / A. Rambaldini. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.sapling.com/8396129/interpolate-interest-rates> (дата обращения: 20.04.2018).

112. Romo, J. / Are There Arbitrage Opportunities in Credit Derivatives Markets? A New Test and an Application to the Case of CDS and ASPs // J. Romo,

J.I. Peña Sánchez de Rivera, S. Mayordomo. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://econpapers.repec.org/paper/ctewbrepe/wb096303.htm> (дата обращения: 02.09.2017).

113. Rubinstein, M. Breaking Down the Barriers / M. Rubinstein, E. Reiner // Risk. – 1991. – V. 4. – № 8. – P. 28–35. – ISSN 0952-8776.

114. S&P Italy Sovereign Bond Index. S&P Global. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://us.spindices.com/indices/fixed-income/sp-italy-sovereign-bond-index> (дата обращения: 25.11.2018).

115. Samuelson, P.A. Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly / P.A. Samuelson // Industrial Management Review. – 1965. – V. 6. – № 2. – P. 41–50. – ISSN 0884-8211.

116. Schwager, J.D. Hedge Fund Market Wizards: How Winning Traders Win / J.D. Schwager. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2012. – 544 p. – ISBN 978-1-118-27304-3.

117. Sharpe, W. The Sharpe Ratio / W. Sharpe // Journal of Portfolio Management. – 1994. – V. 21. – № 1. – P. 49-58. – ISSN 0095-4918.

118. Shiller, R.J. From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance / R.J. Shiller // Journal of Economic Perspectives. – 2003. – V. 17. – № 1. – P. 83–104. – ISSN 0895-3309.

119. Shleifer, A. The Limits of Arbitrage / A. Shleifer, R.W. Vishny // The Journal of Finance. – 1997 – V. 52. – № 1. – P. 35-55. – ISSN 0022-1082.

120. Short term euro-btp futures (margin parameters). Financial portal. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.onvista.de/futures/snapshot/FBTSH19> (дата обращения: 29.11.2018).

121. Simon, H. A Behavioral Model of Rational Choice / H. Simon // Quarterly Journal of Economics. – 1955. – V. 69. – № 1. – P. 99-118. – ISSN 0033-5533.

122. Sokolowska, E. The Principles of Alternative Investments Management / E. Sokolowska. – Switzerland : Springer, 2016. – 186 p. – ISBN 978-3-319-13214-3.

123. Sovereign credit-default swaps. CNBC news network : the official website. – 2018. – URL: <https://www.cnbc.com/sovereign-credit-default-swaps/> (дата обращения: 30.11.2018). – Текст : электронный.

124. Sovereigns Ratings List. Economic data portal. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://countryeconomy.com/ratings> (дата обращения: 25.11.2018).

125. Sundaresan, S. Fixed Income Markets and Their Derivatives / S. Sundaresan. – Amsterdam : Elsevier, 2009. – 435 p. – ISBN 978-0-12-370471-9.

126. The History of Hedge Funds. Free hedge fund database. – 2008. – Текст : электронный. – URL: <http://www.hedgeco.net/hedgeducation/hedge-fund-articles/the-history-of-hedge-funds/> (дата обращения: 20.04.2018).

127. Todea, A. Adaptive markets hypothesis: Evidence from Asia-Pacific financial markets / A. Todea, M. Ulici, S. Silaghi // The Review of Finance and Banking. – 2009. – V. 1. – № 1. – P. 7–13. – ISSN 2067-2713.

128. Tuckman, B. Fixed Income Securities: Tools for Today's Markets / B. Tuckman, A. Serrat. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2012. – 634 p. – ISBN 978-0-470-89169-8.

129. U.S. Dominates Hedge Fund Industry With \$2.2T In Assets. Barron's. – 2016. – Текст : электронный. – URL: <https://www.barrons.com/articles/u-s-dominates-hedge-fund-industry-with-2-2t-in-assets-1475855776> (дата обращения: 28.09.2018).

130. U.S. Treasury Bond Futures Margins. CME Group : the official website. – 2018. – URL: https://www.cmegroup.com/trading/interest-rates/us-treasury/30-year-us-treasury-bond_performance_bonds.html#sortField=exchange&sortAsc=true&clearingCode=17§or=INTEREST+RATES&exchange=CBT&pageNumber=1 (дата обращения: 29.11.2018). – Текст : электронный.

131. United States – Market capitalization of listed companies. World bank data. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://tradingeconomics.com/united->

states/market-capitalization-of-listed-companies-us-dollar-wb-data.html (дата обращения: 25.11.2018).

132. Urquhart, A. Calendar effects, market conditions and the Adaptive Market Hypothesis: Evidence from long-run U.S. data / A. Urquhart, F. McGroarty // *International Review of Financial Analysis*. – 2014. – V. 35. – № 4. – P. 154–166. – ISSN 1057-5219.

133. Urquhart, A. Efficient or adaptive markets? Evidence from major stock markets using very long run historic data / A. Urquhart, R. Hudson // *International Review of Financial Analysis*. – 2013. – V. 28. – № 3. – P. 130–142. – ISSN 1057-5219.

134. US Bond Market Issuance and Outstanding. SIFMA trade association. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.sifma.org/resources/research/us-bond-market-issuance-and-outstanding/> (дата обращения: 20.04.2018).

135. Vidyamurthy, G. Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis / G. Vidyamurthy. – New Jersey : John Wiley & Sons, 2007. – 236 p. – ISBN 978-0-471-46067-1.

136. Wilmott, P. The Best of Wilmott 1: Incorporating the Quantitative Finance Review / P. Wilmott. – New Jersey : John Wiley & Sons, 2005. – 458 p. – ISBN 978-0-470-02351-8.

137. Wong, A. Fixed-income arbitrage: analytical techniques and strategies / A. Wong, R. High. – New York : Willey Finance Edition, 1993. – 254 p. – ISBN 978-0-471-5-5552-5.

138. World wealth report 2018. Capgemini. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://worldwealthreport.com/reports/> (дата обращения: 30.11.2018).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(информационное)

Типология арбитражных стратегий

Таблица А.1 – Типология арбитражных стратегий

Автор	Тип стратегии	Инструменты	Выводы	РФ*
1	2	3	4	5
Вид стратегий: арбитраж на рынке государственного долга				
Choudhry (2006) [34, с. 96-97]	Арбитраж базиса государственных облигаций: извлечение прибыли из временного рассогласования между фьючерсным и спотовым рынками облигаций	Гособлигации, Фьючерсы на корзины государственных облигаций, фьючерсы на единичные облигации, опционы на процентные ставки	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели возможно	+
Sokolowska (2016) [122, с. 66]	Арбитраж выпусков: извлечение прибыли из временных отклонений близких по срокам погашения выпусков облигаций от сглаженной кривой доходности	Гособлигации	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели возможно	+
Chua, Koh, Ramaswamy (2006) [35]	Арбитраж кривой доходности – стипенер и флэтенер: извлечение прибыли из временных отклонений угла наклона кривой доходности от нормального	Гособлигации, процентные свопы, фьючерсы на государственные облигации	По результатам тестирования на данных Трежериз с 1973 г. по 2000 г. стратегия генерирует избыточную доходность	+

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
Chua, Koh, Ramaswamy (2006) [35]	Арбитраж кривой доходности – бабочка: извлечение прибыли из временных отклонений кривизны кривой доходности от нормальной	Гособлигации, процентные свопы	По результатам тестирования на данных Трежериз с 1973 г. по 2000 г. стратегия генерирует избыточную доходность	+
Hodgkinson, Wells (2009) [66]	Арбитраж стрипов: извлечение прибыли из расхождений в ценах купонной облигации и эквивалентного пакета стрипов	Купонные государственные облигации, стрипы государственных облигаций	Исследование рынка Британских Гилтов показало, что арбитражные возможности существуют	-
Вид стратегий: арбитраж на рынке негосударственного долга				
Du, Zhang (2014) [42]	Кредитный арбитраж: извлечение прибыли из отклонений кредитных спредов пар инструментов от справедливых значений	Корпоративные облигации, Корпоративные CDS	По результатам тестирования на данных CDS американских компаний инвестиционного рейтинга с 2002 г. по 2013 г. стратегия показала среднюю доходность 38% годовых при волатильности 18,7%	+
Philips, Surz (2003) [103, с. 76]	Индексный арбитраж: извлечение прибыли из рассогласований между фьючерсом на индекс облигаций и его спотовых составляющих	Фьючерсы на индексы корпоративных облигаций, корпоративные облигации	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели возможно	-
Mayordomo, Pena, Romo (2011) [93]	Арбитраж базиса корпоративных облигаций: извлечение прибыли из расхождений в стоимости одного и того же кредитного риска на рынках корпоративных CDS и корпоративных облигаций	Корпоративные облигации, корпоративные CDS, свопы активов	Расхождения в стоимости кредитного риска на рынках CDS и облигаций не генерируют прибыльных арбитражных возможностей при учете расходов на финансирование и транзакции	+

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
Kakodkar, Martin, Galiani (2003) [69, с. 29-31]	Арбитраж корреляции: извлечение прибыли из отклонений вмененной дефолтной корреляции траншей от справедливых значений за счет открытия противоположных позиций по траншам разного уровня	CDO, портфельные CDS, CDS-корзины	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели возможно	-
Feldstein, Fabozzi (2008) [53, с. 286]	Арбитраж муниципальных облигаций: извлечение прибыли из покупки недооцененных долгосрочных муниципальных облигаций с хеджем риска процентной ставки процентным свопом	Муниципальные облигации, процентные свопы	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели маловероятно	-
Вид стратегий: интернациональный арбитраж				
Poitras (2002) [104, с. 282]	Арбитраж интернационального кредитного спреда – ТЕД-спреда: извлечение прибыли из отклонений ТЕД-спреда от справедливых значений	3-месячные T-Bills, Фьючерсы на 3-месячные евродолларовые депозиты	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели маловероятно	-
Duarte, Longstaff, Yu (2007) [44]	Арбитраж своп-спреда: извлечение прибыли за счет разницы между своп-спредом и плавающим спредом при противоположных позициях по облигации и процентному свопу	Гособлигации, процентные свопы	По результатам тестирования на данных Трежериз и LIBOR-свопов с 1988 г. по 2004 г. стратегия не генерирует значительных альф	+
Laborda, Laborda, Olmo (2014) [75]	Непокрытый процентный арбитраж: извлечение прибыли из положительного кэрри за счет покупки долгового инструмента с высокой процентной ставкой, профинансированного за счет займа в другой валюте с более низкой процентной ставкой	Гособлигации, рынок МБК, FOREX	На данных с 1990 г. по 2012 г. стратегия показала коэффициент Шарпа 0.63, что превосходит коэффициент Шарпа фондового рынка США за данный период	+

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
Mancini-Griffoli, Ranaldo (2011) [88]	Покрытый процентный арбитраж: извлечение прибыли из отклонений от процентного паритета	Соглашения РЕПО, депозиты рынка МБК, Форвардные контракты на валюту, FOREX, OIS,	По результатам тестирования на данных основных валют с 2006 г. по 2009 г. стратегия не демонстрирует стабильной положительной доходности	+
Вид стратегий: арбитраж на конвертируемых облигациях				
Fabozzi (2013) [49, с. 431]	Арбитраж денежного потока на конвертируемых облигациях: извлечение прибыли из превышения купонного дохода конвертируемых облигаций в длинной позиции над расходами по короткой позиции в акциях	Конвертируемые облигации, обыкновенные акции	Стратегия не тестировалась, создание торговой модели возможно	+/-
Agarwal, Fung, Loon, Naik (2011) [18]	Арбитраж волатильности на конвертируемых облигациях: извлечение прибыли из волатильности за счет длинных позиций по конвертируемым облигациям, дельта-хеджированных короткой продажей акций	Конвертируемые облигации, обыкновенные акции	На данных с 1993 г. по 2002 г. ABS-фактор стратегии показал отрицательную среднюю доходность на американском рынке и положительную на японском	+/-
П р и м е ч а н и я				
1 Пятый столбец содержит информацию о применимости (+) или неприменимости (-) соответствующей стратегии на российском рынке.				
2 +/- в пятом столбце означает, что стратегии теоретически применимы на российском рынке, но их тестирование на исторических данных вряд ли возможно, ввиду неликвидности соответствующих инструментов и/или узости рынка.				

Источник: составлено автором.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(информационное)

Параметры торговых моделей

Таблица Б.1 – Параметры торговой модели ЦК – дневные данные (Россия, Италия)

Рынок		Россия			Италия		
Пара		4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
1	n SMA	8,04	8,60	6,53	9,29	9,28	9,89
2	n SD	22,31	13,45	29,59	23,04	29,61	9,74
3	N	0,13	0,30	0,58	1,69	0,20	0,17
4	n REG	69,69	80,52	97,80	96,25	88,47	39,19

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Таблица Б.2 – Параметры торговой модели Куинна – дневные данные (Россия, Италия)

Рынок		Россия			Италия		
Пара		4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
1	PER	10	10	15	10	15	45
2	TRA	10	15	30	10	15	25
3	TRIG	0,26	0,06	0,02	0,02	0,02	0,26
4	STOP	0,27	0,08	0,10	0,04	0,03	0,19

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Таблица Б.3 – Параметры торговой модели ЦК – часовые данные (США, Германия)

Рынок		США			Германия		
Пара		5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
1	n SMA	6,82	7,92	7,94	20,93	28,12	27,98
2	n SD	6,07	24,02	25,50	11,47	27,71	21,90
3	n	1,27	1,71	1,58	0,0504	1,7600	1,5149
4	n REG	80,74	30,81	54,43	99,00	99,03	43,63

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Таблица Б.4 – Параметры торговой модели Куинна – часовые данные (США, Германия)

Рынок		США			Германия		
Пара		5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
1	PER	20	20	55	45	35	40
2	TRA	50	50	45	35	35	40
3	TRIG	0,02	0,016	0,008	0,004	0,04	0,012

Продолжение таблицы Б.4

4	STOP	0,076	0,006	0,006	0,048	0,03	0,058
---	------	-------	-------	-------	-------	------	-------

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Таблица Б.5 – Параметры торговой модели ЦК на недельных данных

Параметры модели ЦК – недельные данные				
Рынок		Россия		
Пара		4-6	6-10	2-15
1	n SMA	7,63	7,86	11,61
2	n SD	6,61	5,13	9,60
3	n	1,01	1,31	1,49
4	n REG	16,25	28,44	27,22

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Московской биржи [16].

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(информационное)

Показатели эффективности торговых моделей на оптимизационном периоде

Таблица В.1 – Показатели эффективности торговой модели ЦК на дневных данных в оптимизационном периоде

Рынок	Россия			Италия		
	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Пара	184	455	330	115	211	122
Годовая доходность, %	54	127	136	102	95	199
Коэффициент Шарпа	3,38	3,57	2,43	1,13	2,22	0,61
Коэффициент Омега (L=0%)	2,2	2,77	2,65	5,96	2,61	1,13
Максимальная просадка, %	9	11	13	19	14	108
Коэффициент Кальмара	20,44	41,36	25,38	6,05	15,07	1,13
Асимметрия	0,71	3,91	6,88	17,59	9,11	0,34
Эксцесс	12,33	30,91	91,94	350,46	106,5	7,05
Коэффициент асимметрия/куртозис	0,046	0,115	0,072	0,050	0,083	0,034

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Таблица В.2 – Показатели эффективности торговой модели Куинна на дневных данных в оптимизационном периоде

Рынок	Россия			Италия		
	4-6	6-10	2-15	2-5	5-10	2-10
Пара	34	66	56	80	79	111
Годовая доходность, %	20	32	37	0,54	64	75
Коэффициент Шарпа	1,71	2,03	1,51	1,48	1,24	1,49
Коэффициент Омега (L=0%)	1,84	2,29	1,54	1,50	1,66	1,64
Максимальная просадка, %	7	9	12	20	29	24
Коэффициент Кальмара	4,97	7,59	4,80	3,90	2,73	4,64
Асимметрия	3,99	5,35	1,81	3,53	9,82	1,22
Эксцесс	37,01	45,23	10,80	30,35	143,22	12,17
Коэффициент асимметрия/куртозис	0,100	0,111	0,131	0,106	0,067	0,080

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29] и Московской биржи [16].

Таблица В.3 – Показатели эффективности торговой модели ЦК на часовых данных в оптимизационном периоде

Рынок	США			Германия		
	5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
Пара	1147	697	1064	1504	287	3152
Годовая доходность, %	117	77	145	581	58	752
Годовая волатильность, %	9,78	9,06	7,31	2,59	4,97	4,18
Коэффициент Шарпа	2,04	4,32	2,88	1,12	1,81	1,39
Коэффициент Омега (L=0%)	19	5	25	102	13	56
Максимальная просадка, %	60,37	139,40	42,56	14,75	22,08	56,29
Коэффициент Кальмара	1,95	5,71	3,26	0,2	2,32	1,57
Асимметрия	29,2	54,34	49,43	2,07	34,3	13,52
Эксцесс	0,06	0,1	0,062	0,04	0,062	0,093
Коэффициент асимметрия/куртозис						

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].

Таблица В.4 – Показатели эффективности торговой модели Куинна на часовых данных в оптимизационном периоде

Рынок	США			Германия		
	5-10	10-30	5-30	2-10	10-30	2-30
Пара	418	832	1053	1928	1097	5959
Годовая доходность, %	123	156	217	471	75	880
Годовая волатильность, %	3,38	5,32	4,85	4,10	14,56	6,77
Коэффициент Шарпа	1,19	1,40	1,38	1,18	2,95	1,32
Коэффициент Омега (L=0%)	27	27	20	57	3	52
Максимальная просадка, %	15,50	31,31	52,99	34,12	353	114,72
Коэффициент Кальмара	0,30	1,77	2,08	-0,11	2,97	0,15
Асимметрия	10,50	15,72	15,01	3,08	22,21	2,70
Эксцесс	0,022	0,095	0,116	-0,018	0,118	0,026
Коэффициент асимметрия/куртозис						

Источник: составлено автором на основе источника первичных данных Bloomberg [29].