

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

Финансовый факультет

Департамент банковского дела и финансовых рынков

Выпускная квалификационная работа

на тему: «Корреляция на рынке. Коинтеграция. Арбитраж, парный трейдинг
и баскет трейдинг»

Направление подготовки 38.04.01 «Экономика»

Программа «Ценные бумаги и финансовый инжиниринг»

Выполнил студент учебной группы

ЦБФИ 19-1м

Шленов Герман Олегович

Руководитель Доцент к.э.н.

Анненская Наталья Евгеньевна

**ВКР соответствует предъявляемым
требованиям**

Руководитель Департамента

Профессор, д/н

М.А. Абрамова

(подпись)

« 01 »

06

2021 г.

Москва – 2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ.....	
1.1 Предпосылки возникновения арбитражных сделок на финансовом рынке.....	
1.2 Корреляция и коинтеграция как основа для стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга.....	
ГЛАВА 2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ СТРАТЕГИИ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ	
2.1 Существующие стратегии арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга и их классификация.....	
2.2 Анализ применения стратегий арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга на российском и зарубежных рынках	
ГЛАВА 3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ	
3.1 Анализ существующих стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга.....	
3.2 Сравнение применения стратегий арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга на развитых и развивающихся рынках.....	
3.3 Влияние ликвидности на эффективность стратегий арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	

ВВЕДЕНИЕ

Условия повышенной волатильности и нестабильности на рынке ценных бумаг, возрастающие риски наступления экономического кризиса, а также нестабильность национального рынка и национальной валюты предоставляют новые возможности для толерантных к риску участников рынка.

Большинство участников рынка, независимо от стратегии которой они придерживаются, несут рыночный риск, который представляет из себя риск получения убытков вследствие неблагоприятного изменения рыночной стоимости финансовых инструментов торгового портфеля и производных финансовых инструментов, а также курсов иностранных валют и (или) драгоценных металлов.

Инвесторы составляя портфель ценных бумаг на долгосрочную перспективу несут риск неправильной оценки активов в портфеле, а также риски значительного снижения ценных бумаг в случае экономического кризиса.

Участники рынка отдающие предпочтение стратегиям краткосрочной спекуляции также подвержены высоким рыночным рискам, связанным с неверной оценкой активов или ошибками в построении торговой системы.

Участники рынка, неприемлющие повышенные риски, вынуждены обращать внимание на рыночно-нейтральные стратегии, которые позволяют получать доход независимо от динамики рынка.

При этом участники рынка, реализующие все перечисленные стратегии, в конечном счете стремятся получить максимально возможную прибыль при минимальном риске. Арбитражные стратегии в полной мере позволяют реализовать данную задачу.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение трендов формирования цен на финансовые инструменты (корзины

финансовых инструментов) для выявления спредов с оптимальным соотношением стационарности и стандартного отклонения спреда. .

Цель выпускной квалификационной работы обусловила постановку следующих задач:

- изучить методологию построения стационарного спреда между активами, путем анализа активов на коинтеграцию;
- составить классификацию арбитражных стратегий, которая послужит основой для выбора активов для стратегий арбитража;
- определить активы с приемлемым уровнем стационарности спреда, подходящие для построения рыночно нейтральных стратегий и построить спреды;
- проанализировать полученные стратегии по показателям стационарности спреда, стандартного отклонения спреда и корреляции между активами;
- сравнить российский и зарубежный рынки с точки зрения эффективности построения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга;
- оценить влияние ликвидности на эффективность построения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга.

Объектом исследования является арбитраж как разновидность рыночно-нейтральных стратегий на финансовых рынках.

Предметом исследования является анализ цен активов и их зависимости, для выявления ценных бумаг с высоким уровнем коинтеграции,, позволяющей реализовать стратегии арбитража.

Значительное количество отечественной и зарубежной литературы посвящено исследованию и моделированию стратегий арбитража, в частности у таких российских авторов С.Н. Володин, Е.А. Кашеева, О.Ю. Коршунов, С.В. Малахов, И. Молчанов, А.Р. Нагапетян, Е.Н. Панасенко, И.В. Проскуряков, Е.Д. Рубинштейн и Ф.М. Урумова, а также зарубежных авторов таких как М. Авелланеда, Л. Жеонг-Хюн, Т. Ескандар, В. Сханг, С.

Схен, Й. Схен, Д. Хуанг, П. Джералд, С. Ераслан, Е. Лепинетте и А. Миккелсен.

Также в отечественной и зарубежной литературе уделено много внимания классификации стратегий арбитража, парного трейдинга и basket трейдинга.

Выявлению активов для арбитража с помощью анализа на коинтеграцию в литературе уделено значительно меньше внимания. Исследованиями в этой области занимались Р. Мари, Р. Бреннер, К. Кеннет, Д. Схен, К. Схен, К. Схенг, М. Слегг, С. Краусс, Ж. Фредерик, Ж. Мичелле, З. Хуанг, М. Франс, А. Комиви, М. Жаярам, Р. Лу, П. Йу и Л. Ренжие.

Информационная база выпускной квалификационной работы включает в себя труды российских и зарубежных ученых, базы Elsevier, EBSCO, архивные данные Московской биржи

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

1.1 Предпосылки возникновения арбитражных сделок на финансовом рынке

В экономической теории как и в любой науке есть устоявшиеся правила и законы. Одним из таких законов является «закон единой цены». Закон гласит, что одинаковые товары должны иметь одинаковую цену. Например, унция золота должна иметь ту же цену (выраженную в долларах США) в Лондоне, что и в Цюрихе, иначе золото перетекло бы из одного города в другой.¹ Однако, закон будет действовать только на конкурентных рынках без транзакционных издержек и торговых барьеров.

Рассмотрим пример с идентичными потребительскими товарами А и В. Предположим, что товар А в следствие ошибочной оценки потребителей стоит вдвое дороже товара В. Существует ли возможность получения прибыли на разнице цен на идентичные товары? Есть возможность попытаться совершить арбитражную сделку. В теории арбитражная сделка подразумевает получение безрисковой прибыли путем использования разных цен на одинаковые продукцию или ценные бумаги.²

В данном примере арбитражер продает более дорогой товар А и покупает товар В, в ожидании того, что разница в цене уменьшится. В данном примере короткая продажа будет работать следующим образом: необходимо одолжить товар А, продать его, пообещав вернуть его владельцу в будущем. Однако, этой стратегии препятствуют две проблемы. Во-первых,

¹ Lamont O. A., Thaler R. H. Anomalies: The law of one price in financial markets //Journal of Economic Perspectives. – 2003. – Т. 17. – №. 4. – С. 191-202.

² Шарп, У. Ф. Инвестиции : учебник / У. Ф. Шарп, Г. Д. Александер, Д. В. Бэйли ; пер. с англ. А. Н. Буренина, А. А. Васина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. - 1028 с. — (Университетский учебник: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016789-3

не существует практического способа продать потребительский товар за короткое время, а во-вторых, невозможно предсказать, когда потребители увидят ошибку в своих действиях. Эти проблемы ограничивают возможности арбитража на большинстве рынков потребительских товаров.

Пример с товарами А и В демонстрирует нарушение закона единой цены. При этом для нарушения равновесия цен во первых необходимо чтобы субъекты рынка по разному оценивали идентичные товары, а во-вторых, должны быть некоторые препятствия, мешающие арбитражерам восстановить равенство цен. Могут ли эти условия выполняться на финансовых рынках, где транзакционные издержки невелики, короткие продажи разрешены и где жесткая конкуренция?

Предполагается, что закон должен работать как раз из-за арбитражеров. В отношении рынков капитала закон гласит, что идентичные ценные бумаги должны иметь идентичные цены, иначе арбитражеры могли бы получать неограниченную безрисковую прибыль, покупая дешевый и продавая дорогой актив. Более того, в отличие от товарного рынка, где физическая транспортировка товара занимает время, на финансовом рынке совершить арбитражную сделку можно мгновенно.

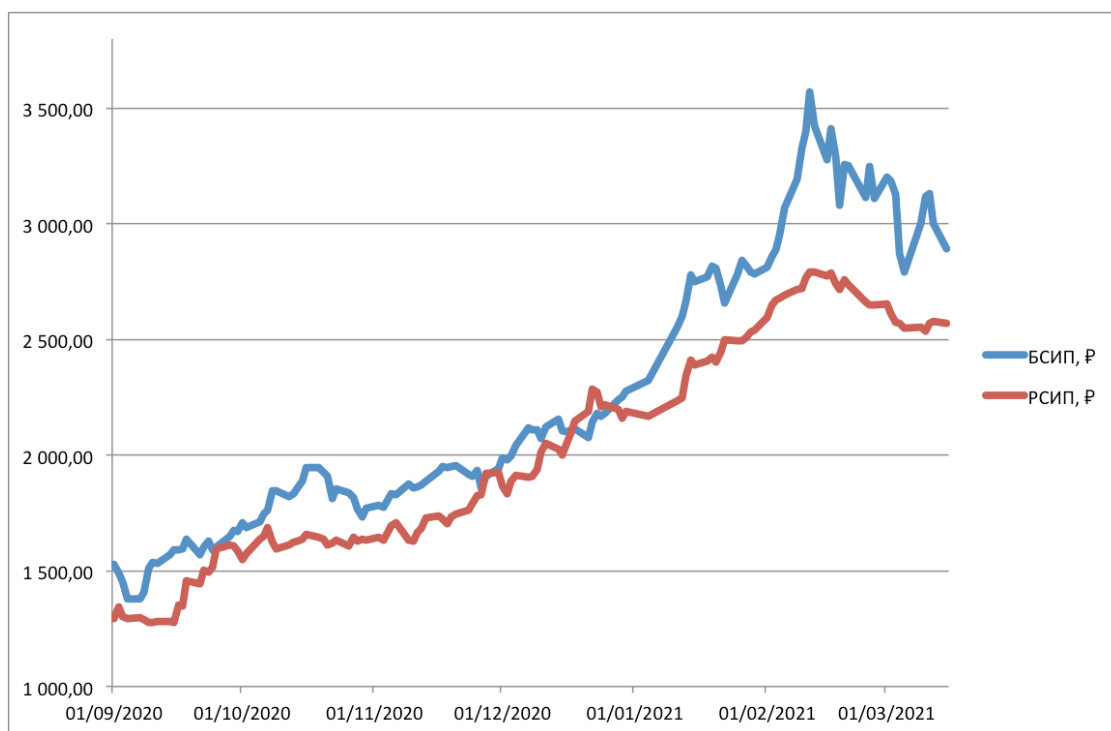
На основании закона единой цены была построена современная финансовая теория, включая положения о структуре капитала Модильяни-Миллера, модель ценообразования опционов Блэка-Шоулза и теорию арбитражного ценообразования. Но оказывается, что применение закона на финансовых рынках не так однозначно, как предполагалось изначально. За последнее десятилетие были обнаружены многочисленные нарушения.³

Одним из примеров нарушения закона выступают закрытые паевые инвестиционные фонды. Это особый вид паевых инвестиционных фондов, интересные с точки зрения ценообразования пая. В отличие от открытых и интервальных ПИФов погасить инвестиционные паи ЗПИФа можно только

³ Lamont O. A., Thaler R. H. Anomalies: The law of one price in financial markets //Journal of Economic Perspectives. – 2003. – Т. 17. – №. 4. – С. 191-202.

при прекращении фонда. В случае других типов ПИФов паи продаются и выкупаются по расчетной стоимости инвестиционного пая, в случае если ЗПИФ торгуются на рынке, ценообразование пая определяется спросом и предложением на рынке и может значительно отличаться от его расчетной стоимости.

На рисунке 1 представлена динамика биржевой и расчетной стоимости пая ЗПИФа «Фонд первичных размещений».



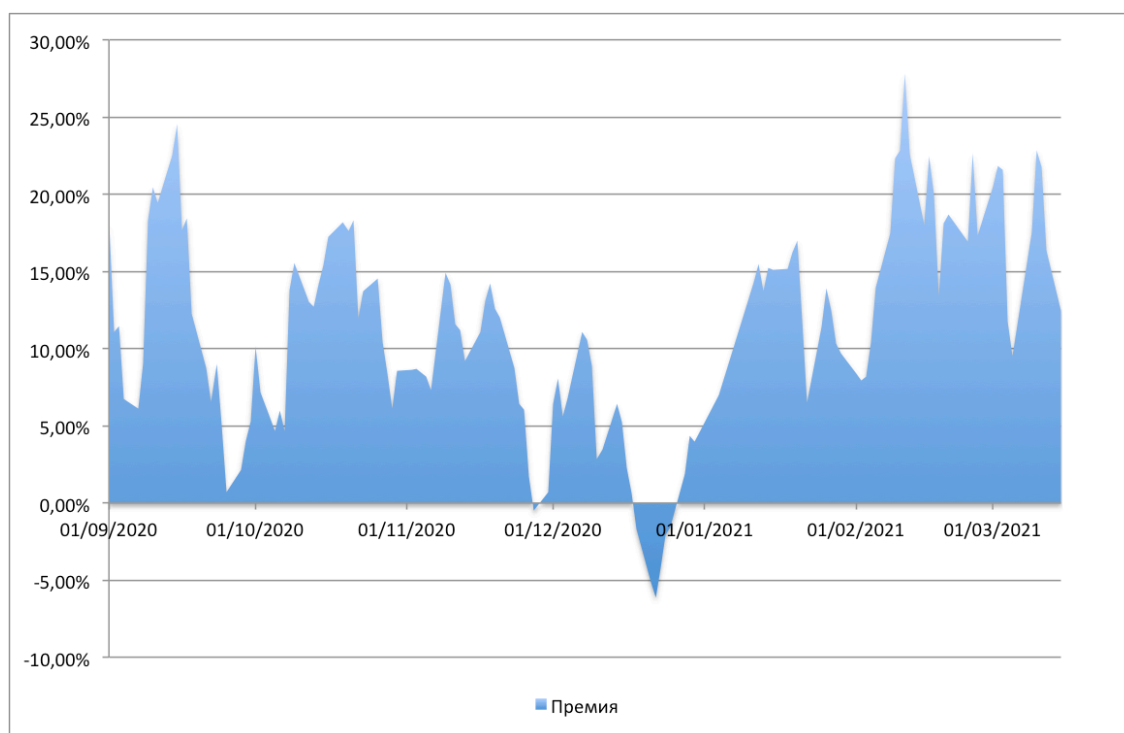
Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 26.03.2021)

Рисунок 1 - Динамика биржевой и расчетной стоимости пая ЗПИФ «ФПР»

Хотя скидки и премии ЗПИФа кажутся дисбалансом цен, их нельзя рассматривать в чистом виде, поскольку ценные бумаги, принадлежащие фонду и сам фонд не совсем идентичны. Одно из различий заключается в издержках которые несет инвестор инвестируя в паевые фонды (Плата за управление, комиссионные издержки) и, таким образом, денежные потоки,

идущие держателям фонда, отличаются от денежных потоков, идущих держателям базовых активов.

В приведенном же примере, значительная премия обусловлена невозможностью розничному инвестору в точности повторить стратегию фонда.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 26.03.2021)

Рисунок 2 – Спред между биржевой и расчетной стоимостью пая ЗПИФ «ФПР»

Другим показательным примером являются санкции введенные в отношении российской компании «РУСАЛ» в 2018 году. Санкции предписывали американским инвесторам избавиться от акций и других ценных бумаг En+, "Русала" и "ГАЗа", а также аннулировать все контракты, заключенные с этими и другими компаниями из списка. Это в значительной степени повлияло на спред между акциями Русала на Гонконгской фондовой бирже и Московской бирже (Рисунок 3).



Источник: платформа технического анализа TradingView. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.tradingview.com> (Дата обращения 01.04.2021)

Рисунок 3 - Динамика акций ПАО Русал на Московской и Гонконгской фондовой бирже

Можно ли утверждать, что данные примеры создают возможности для арбитража? Несмотря на то, что в теории арбитражная сделка лишена рисков, на практике это не всегда так. Арбитражные сделки условно делятся на два вида: чистый арбитраж и арбитраж относительной стоимости. Чистый арбитраж заключается в получении безрисковой прибыли от временного дисбаланса цен эквивалентных активов. Арбитраж относительной стоимости или статистический арбитраж в отличие от чистого арбитража не лишен рыночных рисков. Он основан на исторической статистической взаимосвязи двух или более активов. В момент нарушения зависимости активов арбитражер открывает противоположные позиции по инструментам, ожидая, что в дальнейшем зависимость активов восстановится.

При этом каким бы иррациональным бы не было бы расхождение цен на статистически зависимые активы, оно может значительно ухудшиться прежде чем вернется к нормальному значению, что несет значительные риски для арбитражера.

«Закон единой цены» является важным строительным блоком большинства финансово-экономических теорий. Логика того, почему он должен действовать, проста: если один и тот же актив продается по двум разным ценам одновременно, тогда вмешаются арбитражёры, исправят ситуацию и одновременно получают прибыль.

При этом заметна сильная зависимость арбитражных возможностей от рисков, которые на себя берет арбитражер. При реализации простых стратегий таких как акция-фьючерс доходность как и риск остаются на минимально возможном уровне. Арбитраж относительной стоимости не лишен риска, что дает дополнительные возможности для арбитражеров

1.2 Корреляция и коинтеграция как основа для стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга

В статистике различают два вида связей переменных: функциональные и корреляционные связи.

При функциональной зависимости каждому значению одной переменной строго соответствует определенное значение другой переменной.

Зависимость, при которой одному значению переменной (x) может соответствовать ряд значений другой переменной (y) (в силу взаимодействия многих факторов, комбинация которых приводит к вариации исследуемого показателя), называют корреляционной. Корреляционная зависимость проявляется лишь на основе массового наблюдения.⁴

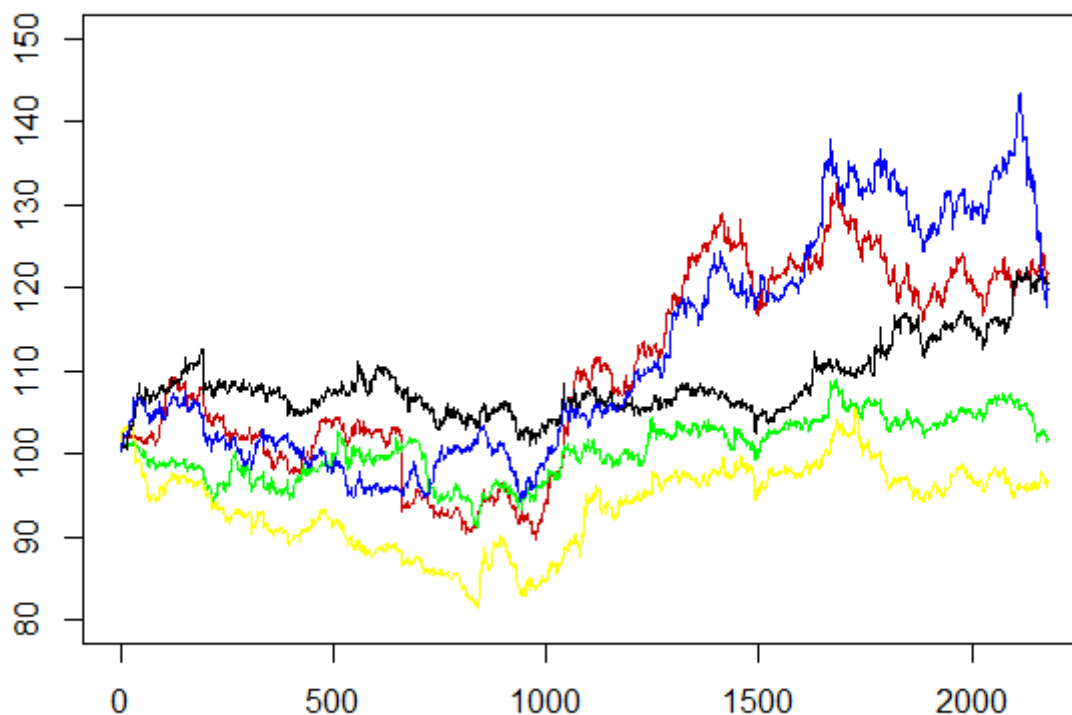
Наиболее простым случаем корреляционной зависимости является парная корреляция, т.е. зависимость между двумя признаками (результативным и одним из факторных).

⁴ Громько, Г. Л. Теория статистики : практикум / Г.Л. Громько. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 238 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005432-2. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/1217740> (дата обращения: 26.02.2021).

Основными задачами при изучении корреляционных зависимостей являются:

- 1) выявление наличия (или отсутствия) связи;
- 2) отыскание формы связи в виде математической формулы, выражающей зависимость y от x ;
- 3) измерение тесноты такой зависимости.

Зачастую корреляция проявляется на финансовом рынке между различными активами. На рисунке 4 приведены пять ликвидных активов, торгуемых на одном рынке и входящих в один индекс.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com>
(Дата обращения 09.02.2021)

Рисунок 4 - Динамика цен пяти случайных активов из одного индекса, процентная шкала

Для оценки корреляционные связи рассчитывается коэффициент корреляции. Для того, чтобы оценить зависимость активов изображенных на рисунке 4, рассчитаем коэффициенты их корреляции.

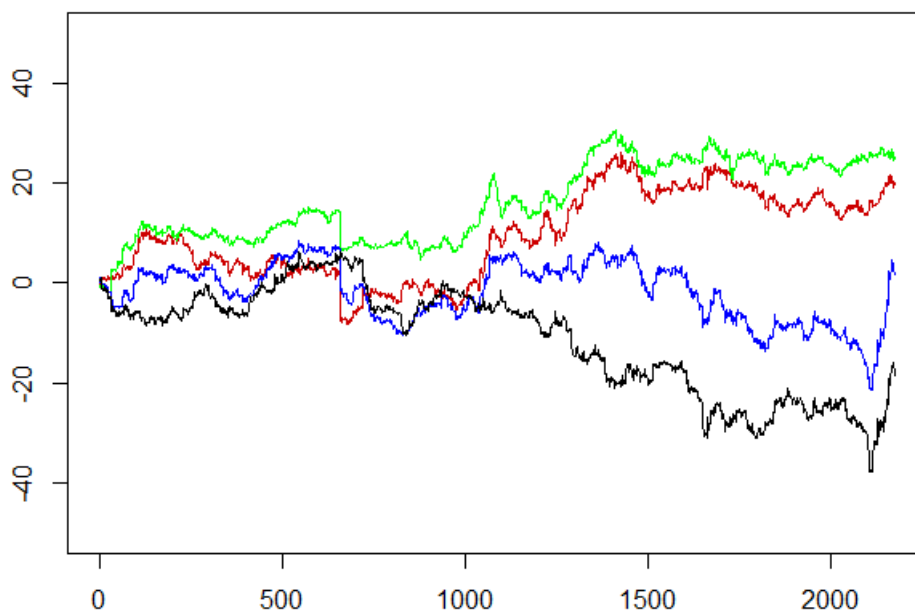
Таблица 1 - Коэффициенты корреляции пяти случайных активов из одного индекса

	Актив 1	Актив 2	Актив 3	Актив 4	Актив 5
Актив 1	1.0000000	0.8763157	0.8484266	0.5685389	0.8982496
Актив 2	0.8763157	1.0000000	0.7669661	0.6365452	0.8504611
Актив 3	0.8484266	0.7669661	1.0000000	0.4236224	0.7339335
Актив 4	0.5685389	0.6365452	0.4236224	1.0000000	0.6983881
Актив 5	0.8982496	0.8504611	0.7339335	0.6983881	1.0000000

Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 09.02.2021)

Как видно из таблицы 1, актив 1 имеет высокую корреляцию с активом 2, 3 и 5, также высокая корреляция наблюдается у активов 2 и 5.

Для оценки возможности арбитражных или парных сделок зачастую применяют коэффициент корреляции. Для оценки возможности арбитража, необходимо построить график разности каждого из активов.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 11.02.2021)

Рисунок 5 – Спреды между активами с наибольшей корреляцией

Даже визуально, очевидно, что ни одна из этих пар не подходит для парного трейдинга. Из этого можно сделать вывод, что оценка коэффициента корреляции между активами не подходит для выявления активов для парного трейдинга, так как дает много ложных сигналов.

Поскольку тест на корреляцию между активами не подходит для поиска активов для парного трейдинга, стоит прибегнуть к такому понятию как коинтеграция.

Идея коинтеграции была впервые сформулирована в 1981 году Клайвом Уильямом Джоном Грейнджером, а более подробное описание представлено в работе Клайва Грейнджера и Роберта Энгла в 1987 году.

Формально определение коинтеграции по Энглу-Гранжеру звучит следующим образом:

«Компоненты многомерных временных рядов Y_t размерности $m \times 1$ являются коинтегрированными порядка (d, b) (это обозначается $Y_t \sim CI(d, b)$, b и d — некоторые неотрицательные целые числа), если

i) все компоненты Y_t являются рядами интегрируемости порядка d , т. е.

$$Y_{jt} \sim I(d), j = 1, 2, \dots, m; \quad (1)$$

ii) существует вектор γ (коинтегрирующий вектор) размерности $m \times 1$, для которого линейная комбинация

$$Z_t = \gamma' Y_t \sim I(d - b), 0 < b \leq d, \quad (2)$$

т. е. ряд Z_t имеет интегрируемость порядка $d - b$ ⁵

⁵ Айвазян, С. А. Эконометрика - 2: продвинутый курс с приложениями в финансах: Учебник / Айвазян С.А., Фантащини Д. - М.:Магистр, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 944 с. - ISBN 978-5-9776-0333-1. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/925806> (дата обращения: 26.02.2021).

Идея же коинтеграции состоит в том, что две или более переменных могут изменяться синхронно так, что их разность (или, в более общем случае, некоторая линейная функция) является стационарным процессом. В этом случае временные ряды называют коинтегрированными.⁶

Примерами возможной коинтеграции являются:

- потребление, доходы и благосостояние;
- цены акций и дивиденды;
- обменные курсы и уровни внутренних, внешних цен;
- долгосрочные и краткосрочные процентные ставки;
- деньги, уровень цен и доход;

Коинтеграция может быть интерпретирована как статистическое выражение для природы равновесного соотношения: например, временные ряды могут быть связаны некоторым долгосрочным соотношением, от которого эти временные ряды могут отклоняться в краткосрочной перспективе, но к которому должны возвращаться в долгосрочной перспективе.⁷

Наличие коинтеграции указывает на то, что две нестационарные переменные имеют линейную комбинацию, которая является стационарной.

Существует множество тестов для оценки временных рядов на коинтеграцию. Среди них:

1. Расширенный тест Дики-Фуллера;
2. Тест Йохансена;
3. Тест Энгла-Грейнджера и др.

В данной работе будет применяться оценка временных рядов только расширенным тестом Дики-Фуллера и тестом Йохансена ввиду технической ограниченности для проведения тестов.

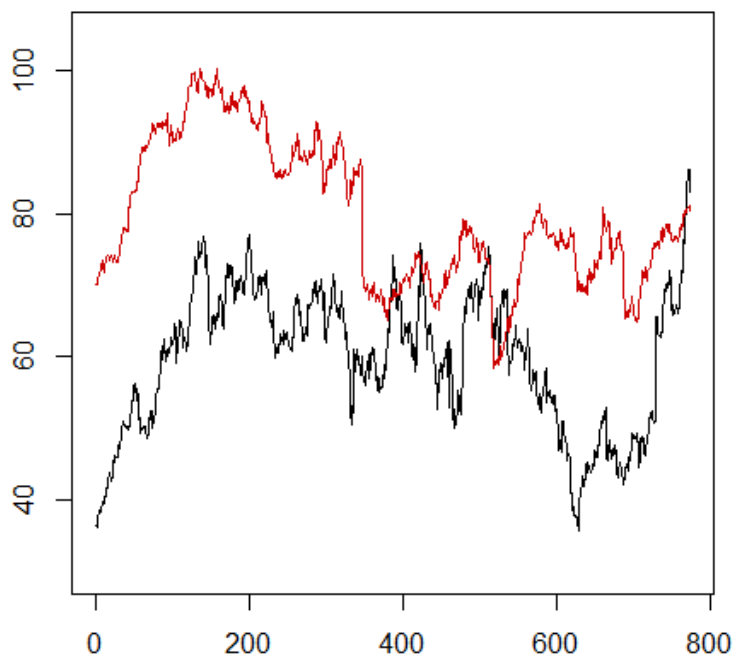
⁶ Айвазян, С. А. Эконометрика - 2: продвинутый курс с приложениями в финансах: Учебник / Айвазян С.А., Фантацини Д. - М.:Магистр, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 944 с. - ISBN 978-5-9776-0333-1. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/925806> (дата обращения: 26.02.2021).

⁷ Там же

Расширенный тест Дики-Фуллера (тест ADF) включает в себя сначала выполнение линейной регрессии между двумя ценовыми рядами для определения оптимального коэффициента хеджирования портфеля, а затем проведение теста на стационарность ценового ряда. Пример ниже иллюстрирует эту концепцию с использованием двух случайных активов: акций американского производителя электромобилей Tesla, торгующуюся под тикером TSLA и акций Philip Morris International – американской табачной компании, которая торгуется под тикером PM.

Тест будем проводить с помощью “R” – языка программирования для статистической обработки данных и работы с графикой.

Ценовые ряды акций были взяты за период с начала 2017 года по конец 2019 года и исходя графика акций представленного на рисунке 6 наиболее вероятно, что они не будут коинтегрированы, что неудивительно, т.к. были выбраны случайные акции из разных секторов.

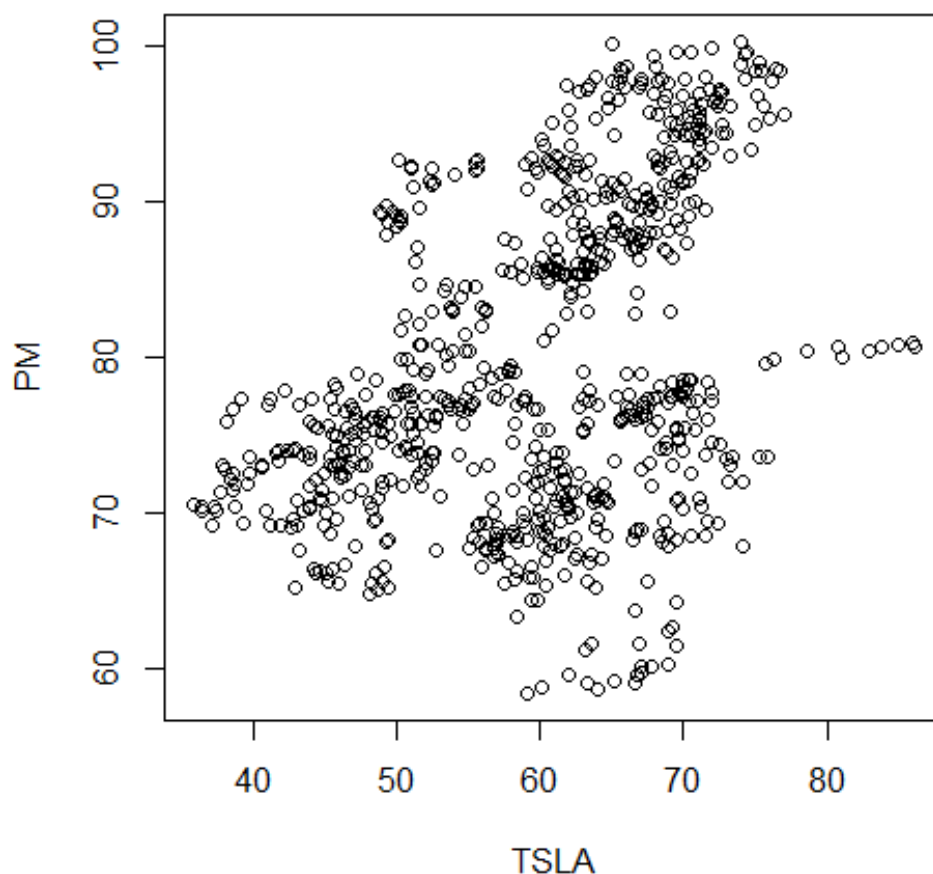


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 15.02.2021)

Рисунок 6 – Динамика цен акций TSLA и PM

Чтобы оценить наличие или отсутствие связи, полезно построить диаграмму разброса ценовых рядов.

Диаграмма также предполагает, что ряды цен наиболее вероятно не коинтегрированы, поскольку пары цен располагаются без видимого тренда.

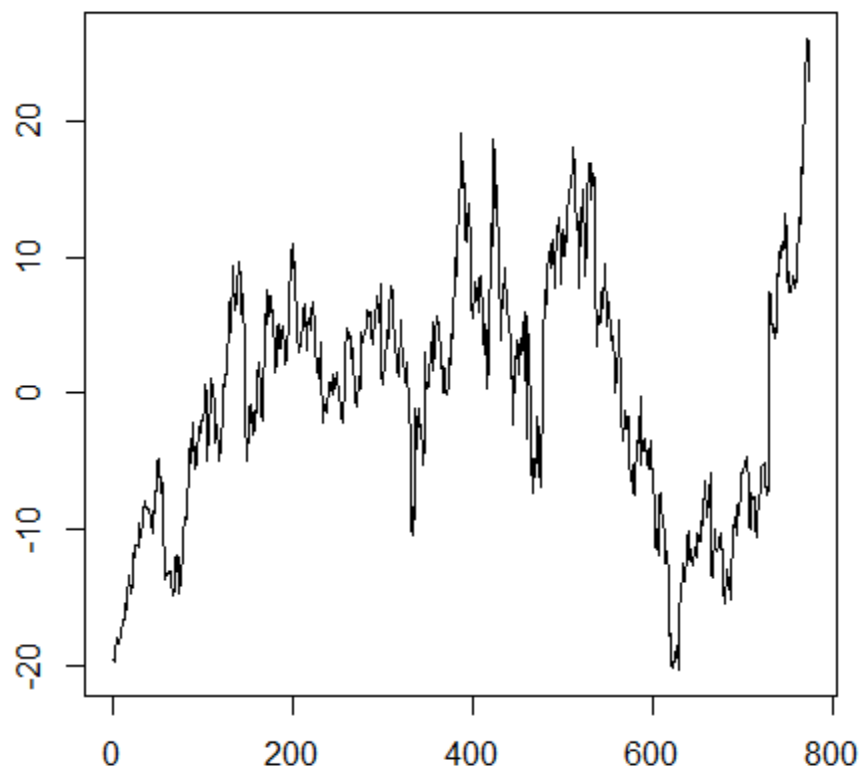


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com>
(Дата обращения 15.02.2021)

Рисунок 7 - Диаграмма разброса ценовых рядов TSLA и PM

Очевидно, что линейная связь между данными ценовыми рядами отсутствует.

Мы можем использовать регрессию наименьших квадратов, чтобы найти оптимальный коэффициент хеджирования и построить остаток, который, не выглядит чрезмерно стационарным:



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 17.02.2021)

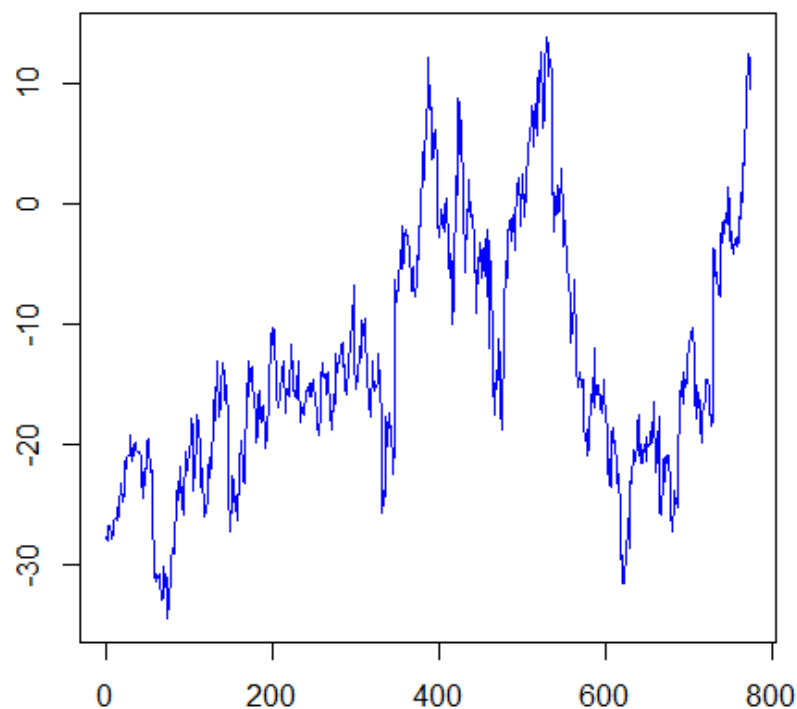
Рисунок 8 – Спред между акциями TSLA и PM, построенный методом регрессии наименьших квадратов

После проведения расширенного теста Дики-Фуллера тестовая статистика составляет -1.8542 , что больше 10% критического значения. Следовательно, мы не можем отвергнуть нулевую гипотезу о том, что портфель не возвращается к среднему значению. Однако отрицательное значение тестовой статистики указывает на то, что портфель не находится в тренде.

Одним из недостатков обычного метода наименьших квадратов является его асимметричность: переключение зависимых и независимых переменных в регрессии приводит к другому коэффициенту хеджирования. Хорошая практика требует, чтобы были протестированы оба варианта и была

выбрана схема, которая приводит к более отрицательной статистике теста. Другой подход - использовать регрессию методом наименьших полных квадратов, который можно использовать для получения симметричного коэффициента хеджирования. В геометрическом смысле метод наименьших полных квадратов сводит к минимуму ортогональное расстояние до линии регрессии (в отличие от вертикального расстояния в случае обычного метода наименьших квадратов) и, таким образом, учитывает дисперсию как зависимых, так и независимых переменных.

После проведения регрессии методом наименьших полных квадратов и расширенного теста Дики-Фуллера тестовая статистика составила -2.3938. Это привело к более отрицательной статистике теста и визуально более стационарному спреду (Рисунок 9), но мы все еще не можем отвергнуть нулевую гипотезу о том, что спред, полученный с помощью регрессии наименьших полных квадратов стационарен, следовательно рассматриваемые активы не коинтегрированы.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 21.02.2021)

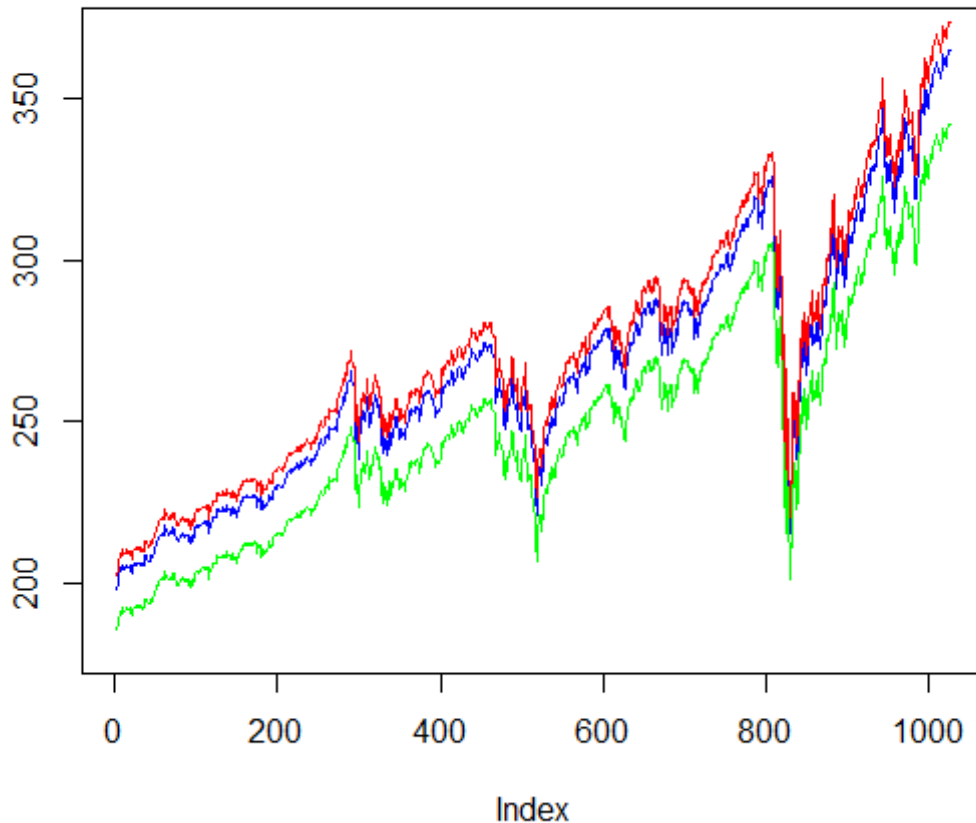
Рисунок 9 - Спред между акциями TSLA и PM, построенный методом наименьших полных квадратов

Тест Йохансена позволяет нам тестировать на коинтеграцию более двух переменных. Для теста рассмотрим 3 ETF на индекс S&P500 за период с начала 2017 года по конец 2020 года:

1. SPDR S&P 500 ETF – крупнейший в мире ETF на индекс S&P500, торгующийся под тикером SPY;
2. iShares Core S&P 500 ETF – биржевой фонд на индекс S&P500 под управлением Blackrock, под тикером IVV;
3. Vanguard S&P 500 ETF – биржевой фонд на S&P500 под управлением Vanguard, под тикером VOO.

Очевидно, что выбранные активы будут обладать высокой коинтеграцией, поскольку фонды состоят из одних активов и отличаются

только размером вознаграждения за управление. Визуально оценить зависимость выбранных активов можно на рисунке 10.



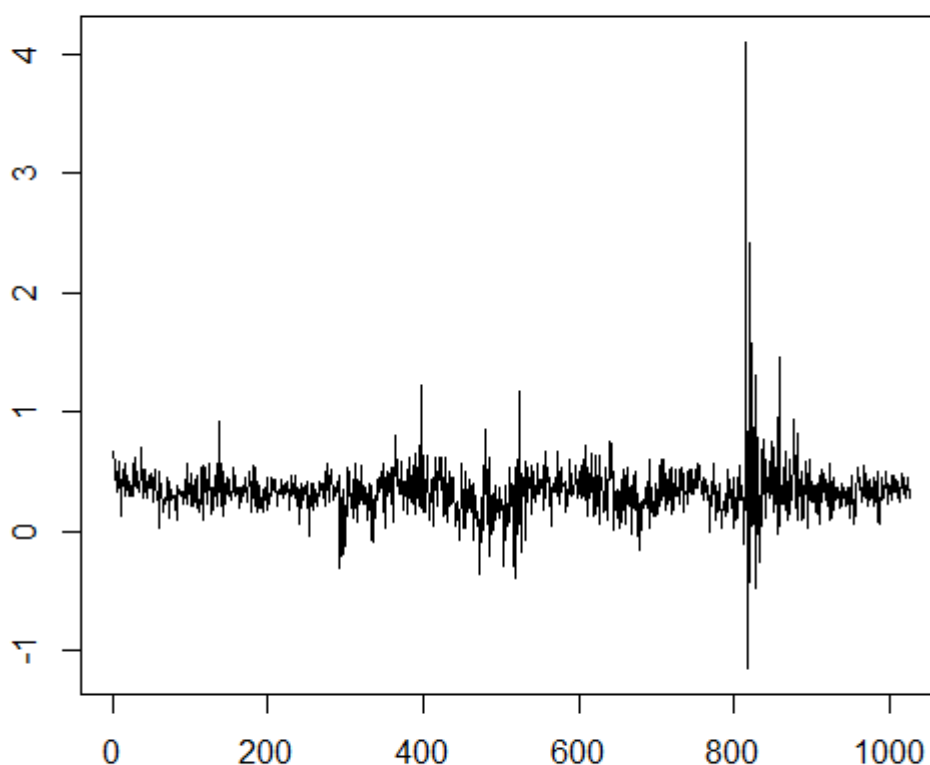
Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 27.02.2021)

Рисунок 10 – Динамика трех крупнейших ETF на S&P500

По результатам выполнения теста Йохансена мы можем отвергнуть нулевую гипотезу о том, что количество коинтегрированных портфелей равно нулю и единице, поскольку тестовая статистика в обоих случаях больше критического значения в 1%. Это означает что, мы вероятно сможем сформировать не более двух стационарных портфелей из ценовой истории, использованной в этом примере.

Помимо этого, удобно использовать собственные векторы в качестве коэффициентов хеджирования отдельных ценовых рядов для формирования

стационарного портфеля. Они удобно расположены по максимальной вероятности, поэтому в этом случае необходимо выбрать портфель из 1 лота по SPY в длинную, 2,96 лота по IVV в короткую и 2,15 по VOO в длинную позицию. В этом случае портфель выглядит довольно стационарным, что представлено на рисунке 11.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com>
(Дата обращения 01.03.2021)

Рисунок 11 - Визуальная оценка стационарности ценового ряда SPY, IVV и VOO

По итогам первой главы можно сделать следующие выводы:

- Несмотря на то, что «закон единой цены» гласит, что одинаковые товары должны иметь одинаковую цену, существует большое количество примеров, демонстрирующих неэффективность рынка и нарушения закона;
- корреляция несмотря на простоту расчета и интерпретации не является эффективным показателем для поиска активов для парного

трейдинга. Спред между активами с высокой корреляцией зачастую не стационарен;

- коинтеграция является важнейшим показателем для анализа и нахождения ценных бумаг для построения стратегий парного трейдинга. Она позволяет найти такую комбинацию между двумя и более ценными бумагами, чтобы их разность являлась стационарным процессом.

Помимо этого, по итогам первой главы была решена задача определения методологии построения стационарного спреда между активами, путем анализа активов на коинтеграцию.

ГЛАВА 2

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СТРАТЕГИИ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1 Существующие стратегии арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга и их классификация

Рыночная цена ценных бумаг может отличаться в зависимости от:

- Времени. В этом случае различают текущую цену, или цену спот, и будущую цену, или форвардную цену, ценной бумаги;
- рынка. Одна и та же ценная бумага может обращаться на разных биржах и даже на рынках в разных странах;
- рыночного инструмента. Одна и та же ценная бумага часто существует сама по себе. Кроме того, на ее основе может быть выпущена вторичная ценная бумага, например, опцион эмитента на акцию или американская депозитарная расписка, или могут развиваться производные финансовые инструменты и т.д.⁸

Исходя из возможных различий цен на ценные бумаги можно выделить следующие виды арбитража:

1. Временной арбитраж – арбитраж, основанный на различиях рыночной цены во времени;
2. Пространственный арбитраж – это арбитраж, основанный на различиях рыночной цены одного и того же инструмента на разных, или пространственно обособленных, рынках этого же инструмента;

⁸ Галанов, В. А. Рынок ценных бумаг : учебник / В. А. Галанов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 414 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012443-8.

3. Межрыночный арбитраж – это арбитраж, основанный на нарушениях в объективных соотношениях рыночных цен инструментов, базирующихся на одной и той же ценной бумаге.⁹

Мы считаем, что наиболее точной является классификация исходя из зависимости активов между собой. Согласно такой классификации все виды арбитражных сделок делятся на чистый арбитраж и арбитраж относительной стоимости. Чистый арбитраж заключается в получении безрисковой прибыли от временного дисбаланса цен эквивалентных активов. Поскольку сделки заключаются между взаимозависимыми активами, такими как акция и фьючерс на эту акцию, арбитражер не несет рыночного риска по сделке. Арбитраж относительной стоимости или статистический арбитраж в отличие от чистого арбитража не лишен рыночных рисков. Он основан на исторической статистической взаимосвязи двух или более активов. В момент нарушения зависимости активов арбитражер открывает противоположные позиции по инструментам, ожидая, что в дальнейшем зависимость активов восстановится.

По итогу для анализа были выбраны 5 стратегий как чистого арбитража, так и арбитража относительной стоимости:

- Арбитраж базиса;
- Эквивалентные активы на разных рынках;
- Арбитраж индекса и корзины акций;
- Арбитраж деривативов на схожие индексы;
- Компании со схожей структурой выручки.

Рассмотрим каждую из них детально:

- Арбитраж базиса. Наиболее простая и наименее рискованная рыночно-нейтральная стратегия парного трейдинга. Очевидно, что какой-либо финансовый инструмент и фьючерс на него же будут обладать высокой

⁹ Галанов, В. А. Рынок ценных бумаг : учебник / В. А. Галанов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 414 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012443-8.

корреляцией и коинтеграцией, что и является предпосылкой для парного трейдинга.

Для того, чтобы понять в чем причина зависимости цен фьючерса и акции необходимо углубиться в теорию ценообразования фьючерсов. Упрощенно цена фьючерсного контракта представлена на формуле (3).

$$F = A * \left(1 + r \frac{n}{365}\right) + T + P \quad (3)$$

Где F – Фьючерсная цена;

A – Цена базового актива;

r – Финансовые издержки;

n – количество дней до экспирации;

T – Расходы на транспортировку;

P – Расходы на хранение.

Исходя из формулы очевидно, что цена фьючерса должна быть выше цены базового актива, однако этот не всегда так. На рынке фьючерсов существует две противоположные ситуации: контанго и бэквардейшн.

В профессиональной литературе контанго и бэквардейшн описывается следующим образом: если соотношение наличных цен и фьючерсных цен с разными сроками поставки точно описывается соотношением с полными издержками, то такая ситуация называется рынок контанго (contango market). Если при этом для фьючерсных контрактов, имеющих различные даты истечения, фьючерсная цена ближайшего контракта меньше фьючерсной цены более отдаленного контракта, то такая ситуация называется нормальным контанго.

Бэквардейшн, или перевернутый рынок, представляет собой рынок, на котором фьючерсные цены ниже наличных (backwardation market). Другой термин, обычно связанный с фьючерсными рынками, — это нормальное бэквардейшн. Этот термин используется для обозначения рынка, где

фьючерсные цены ниже ожидаемых наличных цен (цен с полными накладными расходами), но при этом фьючерсная цена ближайшего контракта выше фьючерсной цены более дальнего контракта.¹⁰

Ситуация бэквардейшн может возникать например в случае выплаты дивидендов по акции, низкой ликвидности рынка или в случае дефицита товара на спотовом рынке, что может предоставлять дополнительные возможности для получения арбитражной прибыли.

С приближением даты экспирации спред между ценой фьючерсного контракта и спота сокращается и достигает минимального значения в дату экспирации.

- Эквивалентные активы на разных рынках. Очевидно, что они и те же активы, торгующиеся на разных рынках или акции на одном рынке и депозитарные расписки на другом рынке будут коинтегрированы и обладать высоким коэффициентом корреляции, однако спред между ними не постоянная величина, что позволяет строить арбитражные стратегии между инструментами.

Предположим, акции компании А торгуются на российской бирже, вместе с тем ее депозитарные расписки торгуются на зарубежном рынке. Спред между активами может вырасти в следствие различной оценки инвесторов относительно бедующего компании. Например, зарубежные инвесторы опасаясь введения ограничительных мер в отношении российской экономики могут предпочесть другие активы. В то же время для российского инвестора этот риск несущественен и акции могут рассматриваться для включения в портфель.

В следствие различной оценки одного и того же актива происходит дисбаланс: на зарубежном рынке он дешевеет, на национальном растет. Благодаря этому появляется возможность для арбитража: в данной ситуации

¹⁰ Дегтярева, О. И. Биржевое дело : учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. / О. И. Дегтярева. — Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2021. — 528 с. - ISBN 978-5-9776-0470-3. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/1192237> (дата обращения: 03.03.2021).

арбитражёр покупает депозитарные расписки на зарубежном рынке и продает их на российском рынке, что в итоге приводит стабилизации цен на рынках.

- Арбитраж индекса и корзины акций. Хорошим примером корреляции и коинтеграции на рынке ценных бумаг выступают индекс и корзина из ценных бумаг, входящих в этот индекс.

Для понимания причины возникновения зависимости необходимо рассмотреть структуру какого-либо индекса. Можно заметить что значительную долю в большинстве индексов будут составлять ценные бумаги 10-15 эмитентов, которые и будут формировать основную динамику индекса ценных бумаг, а доля одного эмитента зачастую составляет 15 и более процентов. Несмотря на то, что основную динамику индекса составляют небольшая часть ценных бумаг, остальные бумаги, входящие в индекс зачастую менее ликвидны и значительно волатильнее, что также будет оказывать влияние на динамику индекса.

Стратегия баскет трейдинга будет состоять в определении активов с наибольшим весом в индексе и совершать сделки в моменты значительного отклонения цены индекса от цены корзины ценных бумаг.

- Арбитраж деривативов на схожие индексы. Похожей стратегией является занятие противоположных позиций по производным финансовым инструментам на индексы со схожей структурой активов, например по фьючерсу на индекс голубых фишек и фьючерсу на индекса широкого рынка, большую часть которого будут составлять голубые фишки. Наиболее вероятно индексы будут обладать высокой корреляцией и коинтеграцией.

- Компании со схожей структурой выручки. Зачастую высокий коэффициент корреляции наблюдается у акций компаний, которые имеют схожую структуру выручки, что зачастую позволяет совершать арбитражные сделки. Очевидно, что если у двух компаний 80% выручки приходится на добычу и реализаций нефти, то динамика их акций будет в значительной

степени повторять динамику цен на нефть, а следовательно существует возможность статистического арбитража.

Отдельно стоит рассмотреть стратегии арбитража с использованием опционов. Можно выделить две основные стратегии арбитража с использованием опционных стратегий: календарный спред и построение синтетического фьючерса.

Календарный спред в целом аналогичен стратегии с использованием фьючерсов, однако имеет свои особенности. Для реализации стратегии арбитражер приобретает опцион с ближайшей датой экспирации и продает дальние опционы с одним и тем же страйком. Поскольку опционы с дальней датой исполнения дороже, разница между премиями опционов и будет составлять прибыль арбитражера.

Построение синтетического фьючерса заключается в одновременной покупке в продаже опциона put и на полученную премию покупку опциона call, либо же продаже опциона call и на полученную премию покупку опциона put. В первом случае опционная стратегия будет вести себя аналогично покупке фьючерса, во втором аналогично продаже фьючерса, следовательно можно получить арбитражную прибыль за счет разницы между синтетическим фьючерсом и фьючерсом на базовый актив.

Также отдельно стоит отметить арбитражные стратегии с использованием облигаций или комбинации облигаций и других финансовых инструментов. Зачастую такие стратегии строятся на возможности размещения средств полученных под низкую ставку, по более высокой ставке.

Классическим примером стратегии арбитража кривой доходности. Для реализации стратегии при нормальной кривой доходности арбитражер занимает средства в начале кривой доходности под низкую ставку и размещает их в конце кривой под более высокую ставку, получая прибыль.

Также реализовывать данную стратегию можно на временных изменениях кривой доходности. Если арбитражер ожидает выравнивания

кривой, он может открыть короткую позицию по облигациям с ближайшей датой погашения и купить облигации на дальнем участке кривой. Реализовывать данную стратегию можно также с помощью фьючерсов на корзину облигаций.

Другим вариантов может выступать интернациональный арбитраж на разнице процентных ставок в различных странах. Для реализации данной стратегии арбитражер занимает средства в валюте с низкими процентными ставками и размещает их в валюте с высокими ставками. При реализации данной стратегии необходимо помнить о валютных рисках и при необходимости хеджировать их.

Арбитраж также возможен путем займа по фиксированной процентной ставке и размещения полученных средств по более высокой плавающей процентной ставке.

2.2 Анализ применения стратегий арбитража парного трейдинга и баскет трейдинга на российском и зарубежных рынках

Российский рынок по большинству характеристик относится к развивающимся рынкам, что может влиять на как на новые арбитражные возможности, так и мешать арбитражерам, вследствие политических рисков, рисков ликвидности и тд. Так или иначе национальный рынок подходит для реализации как стратегий чистого арбитража, так и арбитража относительной стоимости.

Первая стратегия которую можно реализовать на российском рынке – арбитраж базиса. Стратегия будет тестироваться путем построения спреда между базовым активом и фьючерсом на него и дальнейшей оценки доходности покупки или продажи базиса, которая будет рассчитываться по следующей формуле (2).

$$Y = \left(R * \frac{n}{365} \right) / (A + Q) \quad (4)$$

Где Y – Доходность стратегии, % годовых;

R – Базис фьючерса;

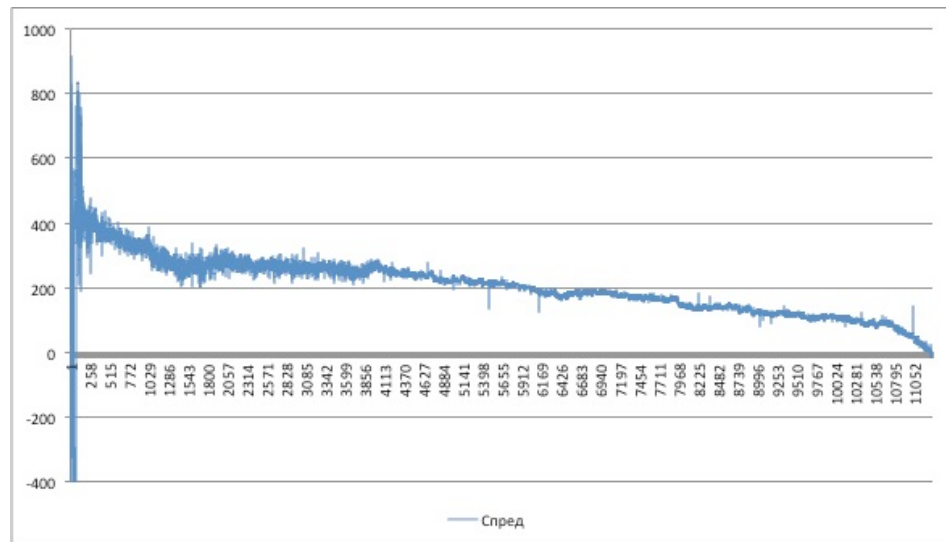
n – количество дней до экспирации;

A – Цена базового актива;

Q – Среднее гарантийное обеспечение по фьючерсу.

Стратегия будет тестироваться с использованием пар ГАЗПРОМ-GZH1 и ММК-MGH1.

Для тестирования стратегии необходимо построить спред между фьючерсом и акциями. Поскольку согласно спецификации фьючерс GAZR-3.21 предполагает поставку 100 акций, будем использовать соответствующее количество акций ПАО «Газпром».

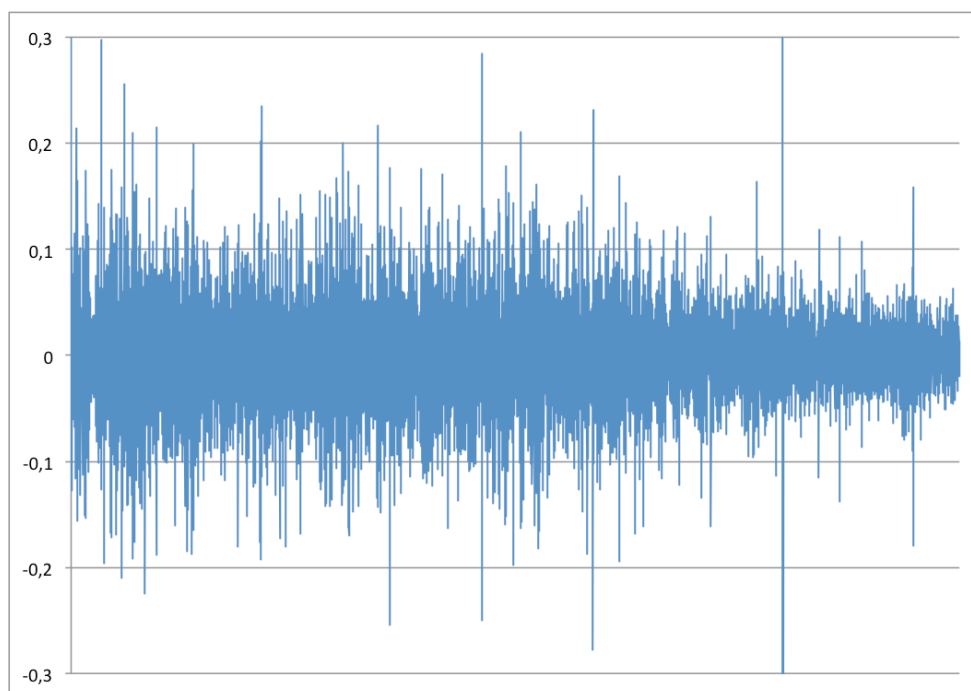


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 06.03.2021)

Рисунок 12 – Спред между фьючерсным контрактом GAZR-3.21 и акциями ПАО «Газпром»

Очевидно, что с приближением экспирации спред между фьючерсом и базовым активом снижается и доходит до нуля с приближением экспирации. При этом спред довольно устойчив и редко отклоняется от нормальных значений.

Для оценки волатильности спреда и сравнения со спредом между другими активами было рассчитано его процентное изменение, представленное на рисунке 13.

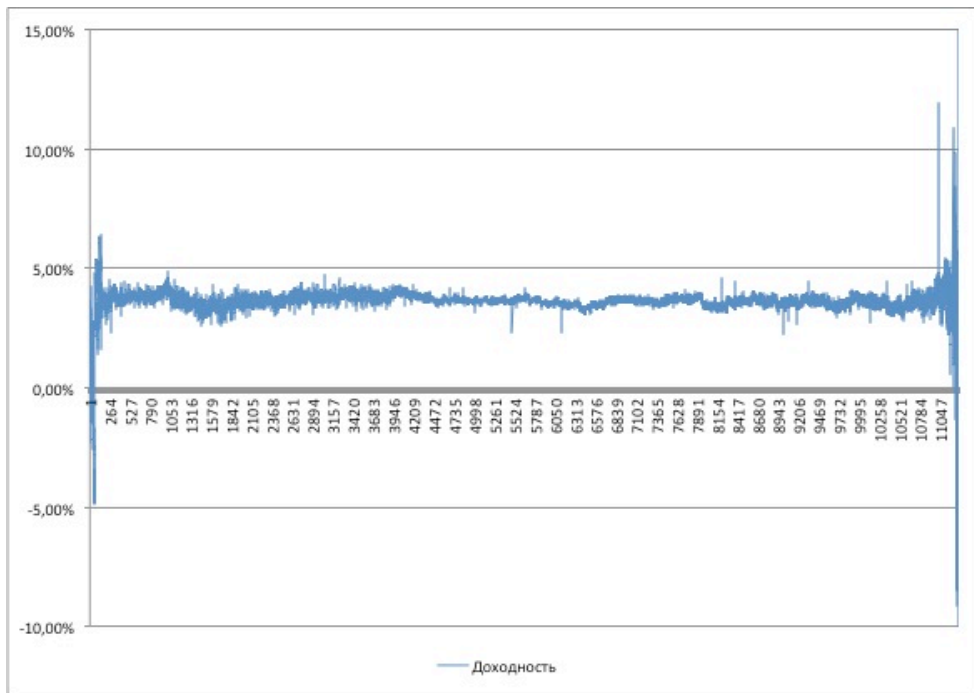


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 06.03.2021)

Рисунок 13 – Динамика изменения спреда ГАЗПРОМ-GZH1, процентная шкала

Поскольку выбраны были довольно ликвидные активы изменение спреда большую часть времени находилось в пределах от -0,2 до 0,2%, изредка выходя за пределы диапазона колебаний.

Чтобы оценить эффективность арбитража необходимо рассчитать доходность.

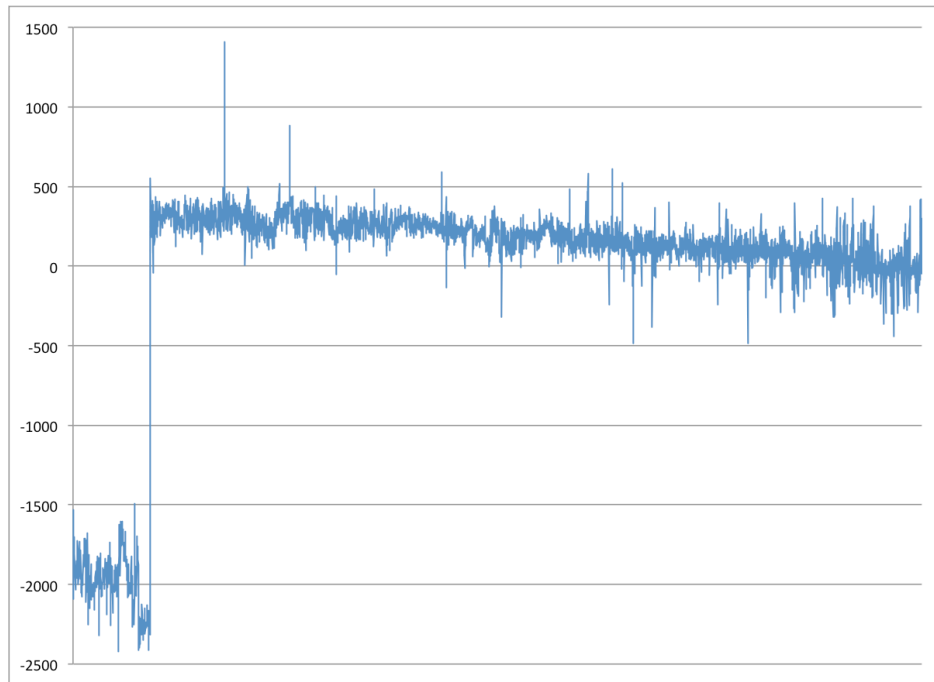


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com>
(Дата обращения 07.03.2021)

Рисунок 14 – Доходность стратегии покупки базиса ГАЗПРОМ-GZH1

Диаграмма доходности покупки базиса показывает, что на ликвидном активе стратегия не генерирует значительной доходности. Большая часть сделок по арбитражу принесла бы доходность около 3,5-4% годовых изредка доходя до 4,5%, что сопоставимо со ставками на денежном рынке. С приближением экспирации доходность начинает сильно колебаться, что связано с особенностями расчетов. Стоит также отметить, что в ситуации бэквардейшн входить в сделку не имеет смысла, так как большая часть прибыли уйдет на оплату короткой позиции по базовому активу.

Также стратегия была протестирована с использованием менее ликвидных активов: акций Магнитогорского металлургического комбината и фьючерса MGN1. Спред между фьючерсом и акциями представлен на рисунке 15.

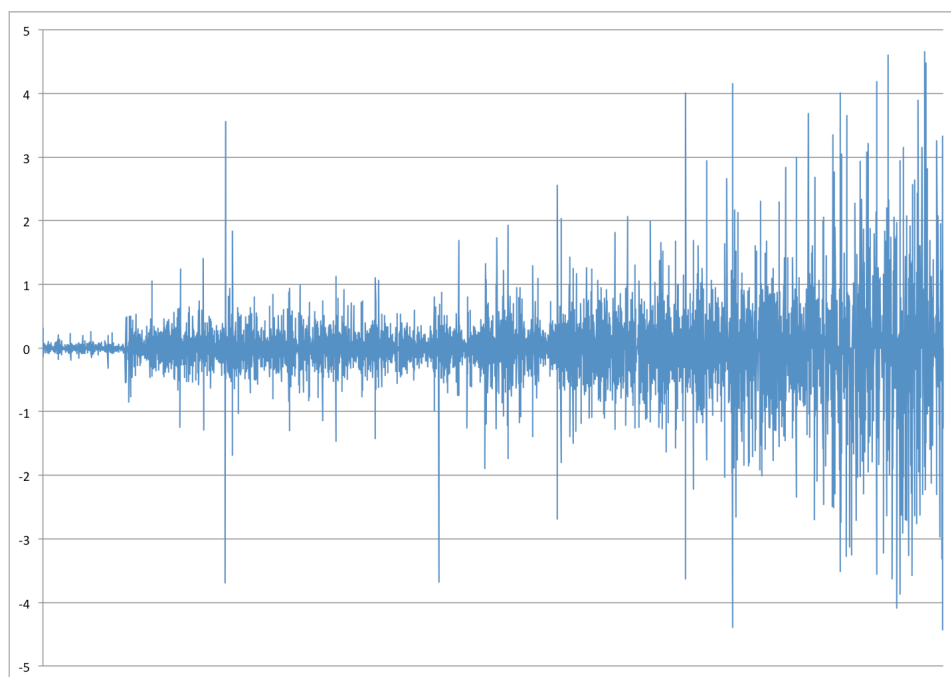


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 08.03.2021)

Рисунок 15 - Спред между фьючерсным контрактом MGH1 и акциями Магнитогорского металлургического комбината

Очевидно, что спред сильно отличается от спреда ГАЗПРОМ-GZH1. В начале графика спреда наблюдается бэквордация, связанная с выплатой дивидендов по акциям ММК. Спред также постепенно снижается до нуля, однако он уже не такой стабильный.

Для сравнения со спредом ГАЗПРОМ-GZH1 было также рассчитано дневное изменение спреда, представленное на рисунке 16.

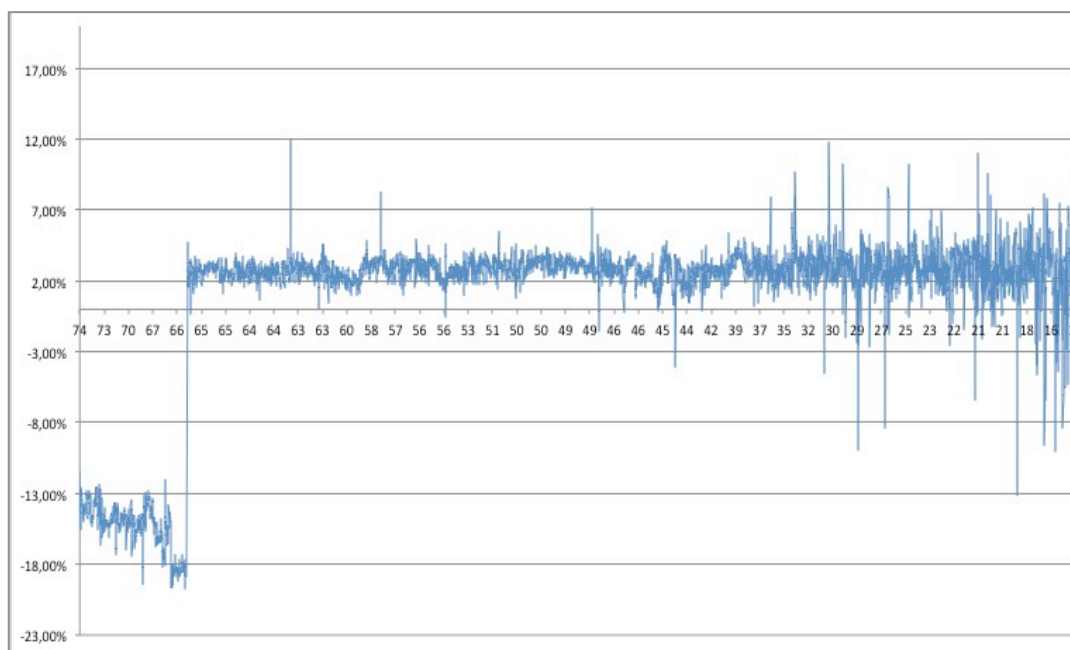


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 08.03.2021)

Рисунок 16 - Динамика изменения спреда ММК-МГН1, процентная шкала

На рисунке видно что данный спред намного волатильнее предыдущего. За анализируемый период процентное изменение спреда ММК-МГН1 вначале находилось в диапазоне от -1 до 1%, постепенно расширяясь с приближением экспирации

Доходность покупки базиса представлена на графике



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 10.03.2021)

Рисунок 17 – Доходность стратегии покупки базиса MMK-MGN1

Средняя доходность от покупки спреда MMK-MGN1 также находится в районе 3-3,5%, однако зачастую доходность доходит до семи и выше процентов. Прослеживается очевидная связь ликвидности и доходности: с ростом ликвидности доходность стратегии покупки базиса снижается.

При этом нельзя рассматривать данную рыночно-нейтральную стратегию как источник повышенной доходности. Даже при условии торговли менее ликвидными активами, собственно ликвидность и может стать препятствием реализации стратегии арбитража.

Большие возможности для арбитража на российском рынке представляет арбитраж относительной стоимости. Как говорилось в предыдущем параграфе, данная стратегия представляет собой поиск активов имеющих статистическую взаимосвязь и совершение арбитражных операций в момент временного нарушения данной взаимосвязи. Значительная часть из

перечисленных стратегий статистического арбитража применима для российского рынка.

Для оценки стратегий арбитража относительной стоимости будет проводиться поиск пар активов или корзин из различных активов, далее будет строиться спред между полученными активами, после чего спред будет оцениваться на стационарность по одному из методов описанных в первой главе. В случае получения стационарного спреда данные активы могут быть использованы для построения стратегии парного трейдинга.

Первая стратегия статистического арбитража заключается в создании корзины ценных бумаг, динамика которой в максимальной точности повторяет динамику индекса на который ориентируется.

Для создания арбитражной стратегии был выбран индекс Мосбиржи и ценные бумаги, с наибольшим весом в индексе. Далее, поскольку на коинтеграцию проверялось несколько активов, был выбран и проведен тест Йохансена, который позволил выбрать оптимальную комбинацию активов в корзине для достижения наиболее стационарного спреда. По итогам теста была составлена следующая корзина ценных бумаг.

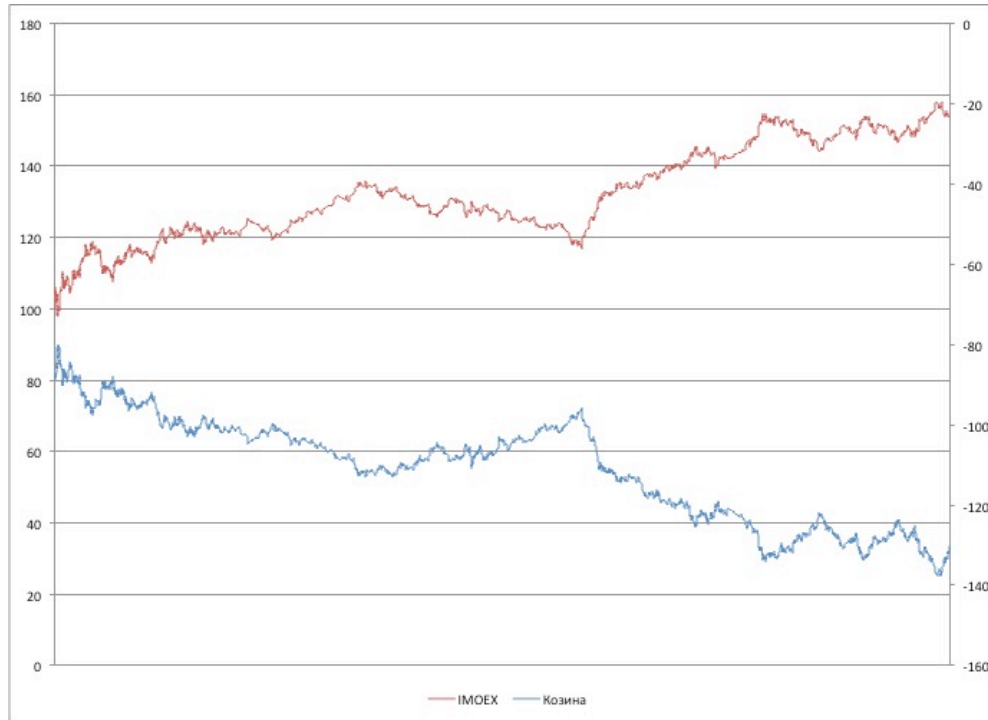
Таблица 2 – Ценные бумаги, входящие в корзину, а также их доли

В процентах

Тикер ценной бумаги	Доля в корзине ценных бумаг (минусом отмечены короткие позиции)
LKOH	-18,73
SBER	-20,02
GAZP	-19,88
NVTK	-15,96
GMKN	-4,74
ROSN	1,30
TATN	4,31
YNDX	-13,49

Источник: составлено автором.

Динамика составленной корзины представлена на рисунке 18.

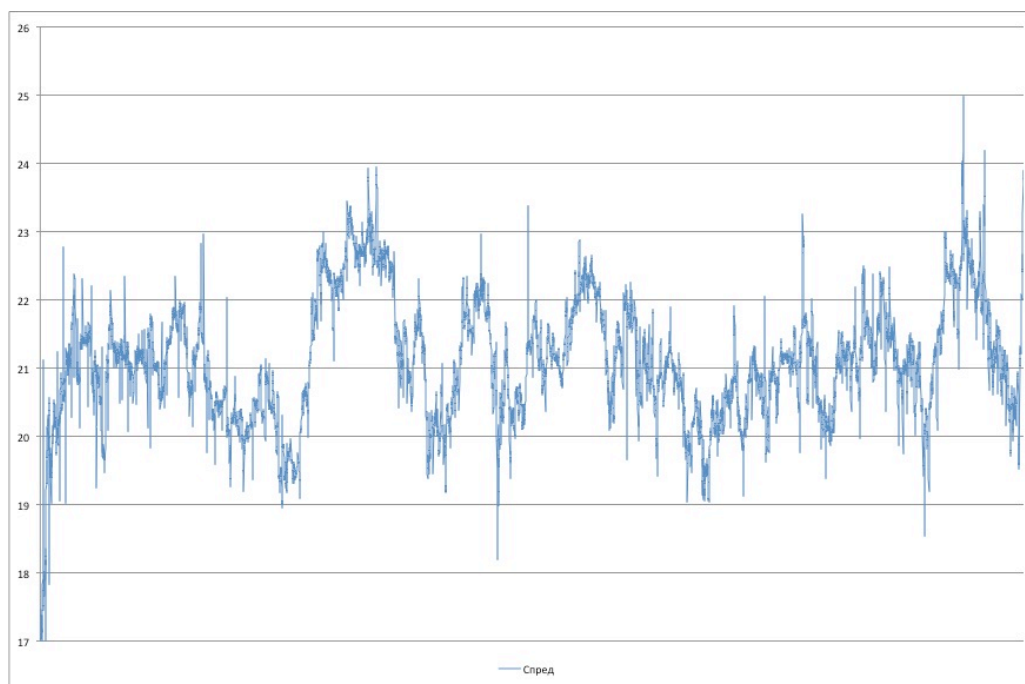


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 15.03.2021)

Рисунок 18 – Динамика составленной корзины ценных бумаг в сравнении с индексом Мосбиржи

Как видно на рисунке динамика составленной корзины ценных бумаг во многом повторяет динамику индекса Мосбиржи, однако поскольку большую часть корзины составляют короткие позиции по ценным бумагам, динамика корзины, соответственно противоположна динамике индекса ценных бумаг. Высокая корреляция между индексом и корзиной также не удивительна, так как корзина ценных бумаг была составлена из акций с наибольшим весом в индексе.

По итогам между корзиной и индексом был составлен спред который представлен на рисунке 19.

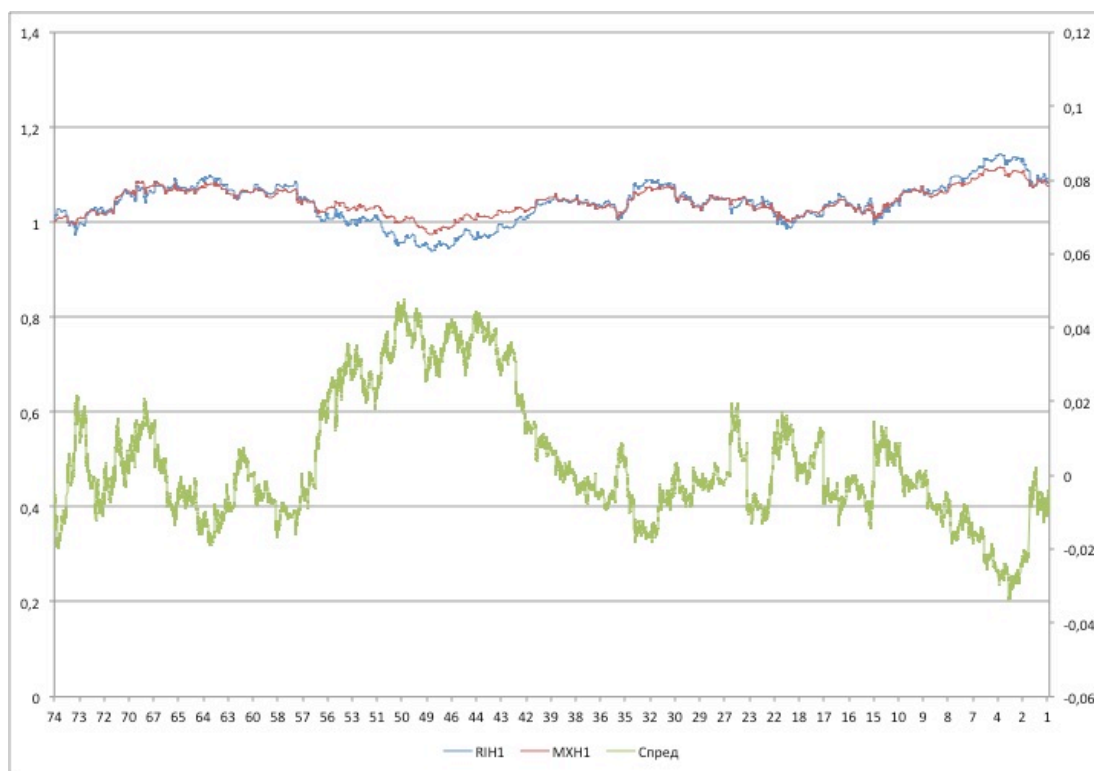


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 15.03.2021)

Рисунок 19 – Спред между составленной корзиной ценных бумаг и индексом Мосбиржи

По результатам теста Йохансена можно сделать вывод, что спред является стационарным, что также подтверждается визуальной оценкой динамики спреда.

Следующая стратегия заключается в торговле фьючерсами на индексы со схожей структурой и вполне реализуема на национальном рынке. Несмотря на то, что на российском срочном рынке торгуются несколько фьючерсов на схожие индексы (Фьючерсный контракт на Индекс МосБиржи и фьючерсный контракт на Индекс голубых фишек) фактически ликвидностью обладают только уже указанный Фьючерсный контракт на Индекс МосБиржи, а также контракт на Индекс РТС. Это дает возможность построить стратегию на спреде двух указанных индексов, однако стратегия будет содержать повышенные валютные риски, так как фьючерс на индекс РТС торгуется в долларах США.

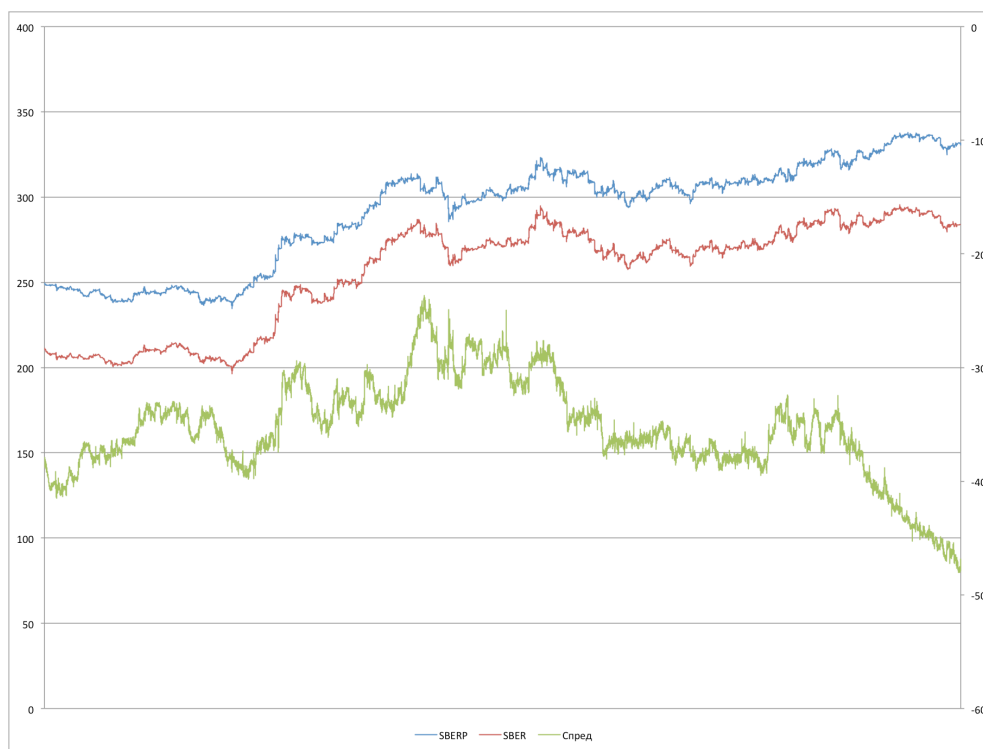


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 16.03.2021)

Рисунок 20 – Динамика индекса Мосбиржи, индекса РТС, а также спред между ними

По итогу, с учетом различных шага цены и стоимости шага цены за период в 3 месяца был получен довольно стационарный спред, который можно использовать для построения рыночно-нейтральной стратегии.

Попытаться построить стационарный спред можно между обыкновенными и привилегированными акциями российских эмитентов. Для примера были выбраны акции ПАО «Сбербанк». Был определен коэффициент хеджирования и построен спред, представленный на рисунке 21.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 17.03.2021)

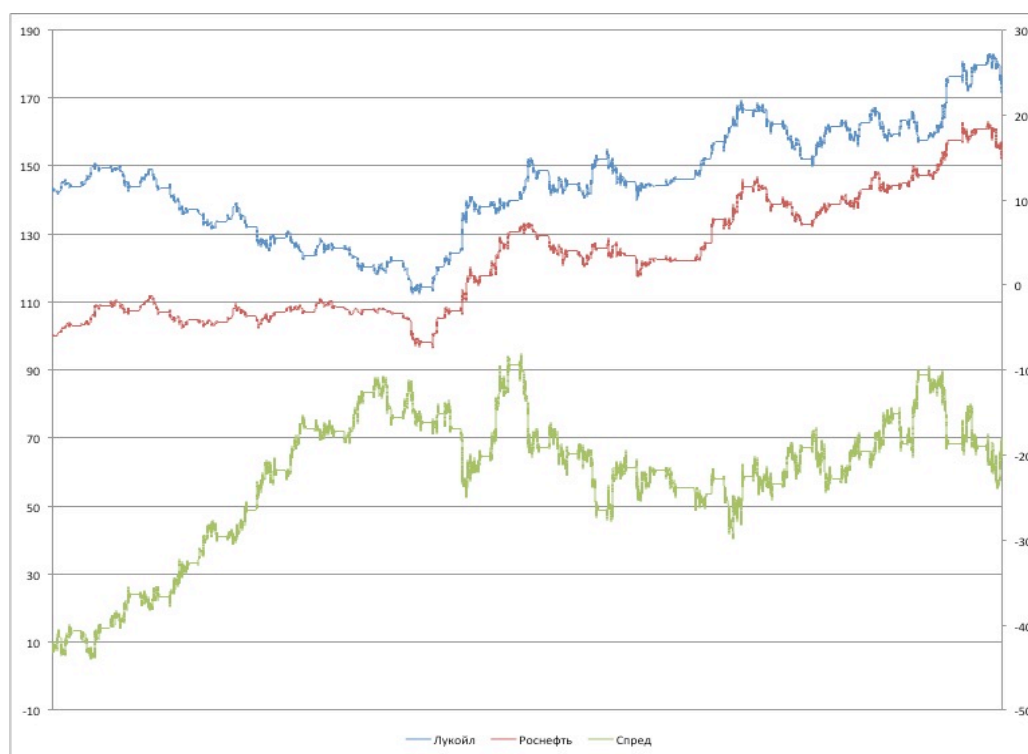
Рисунок 21 – Динамика обыкновенных и привилегированных акций ПАО «Сбербанк», а также спред между ними

Несмотря на очень высокую корреляцию в 99,01%, тестовая статистика показала значение в $-2,5175$, что не позволяет сделать вывод о стационарности спреда, а следовательно рыночно-нейтральную стратегию построить не получится.

Другой очевидной для российского рынка стратегией является арбитраж между акциями компаний со схожей структурой выручки. Поскольку значительная часть российского рынка представлена сырьевыми и промышленными акционерными обществами, есть большие возможности для поиска пар и построения арбитражных стратегий.

В качестве примера были выбраны акции одних из крупнейших нефтяных компаний российского рынка: ПАО «Лукойл» и ПАО «Нефтяная компания «Роснефть» за период с начала августа 2020 года до середины марта 2021 года. При этом у обеих компаний реализация нефти,

нефтепродуктов и нефтехимии занимает более 90% в структуре выручки за 2020 год.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 18.03.2021)

Рисунок 22 – Динамика акций ПАО «Лукойл» и ПАО «НК «Роснефть», а также спред между ними

Был проведен тест Йохансена, который показал что акции не коинтегрированы и спред между ними не является стационарным. Несмотря на это полученные коэффициенты хеджирования и спред построенный с помощью них визуально выглядит довольно стабильно, хотя и не подходит для построения стратегии парного трейдинга. Вполне вероятно, что при частом пересчете коэффициентов можно получить более стационарный спред и построить арбитражную с помощью него.

В качестве другого примера арбитража данного вида можно привести акции компаний из отраслевого индекса электроэнергетики. Для построения спреда были выбраны три энергетические компании:

- ПАО «МРСК Центра» - ведущая электросетевая компания Центральной части России, обеспечивающая электроэнергией население, крупные промышленные компании и предприятия транспорта и сельского хозяйства, социально значимые объекты.

- ПАО «МРСК Центра и Приволжья» - дочерняя компания ПАО «Россети» - основной поставщик услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению к электросетям во Владимирской, Ивановской, Калужской, Кировской, Нижегородской, Рязанской, Тульской областях, а также в Республике Марий Эл и Удмуртской Республике.

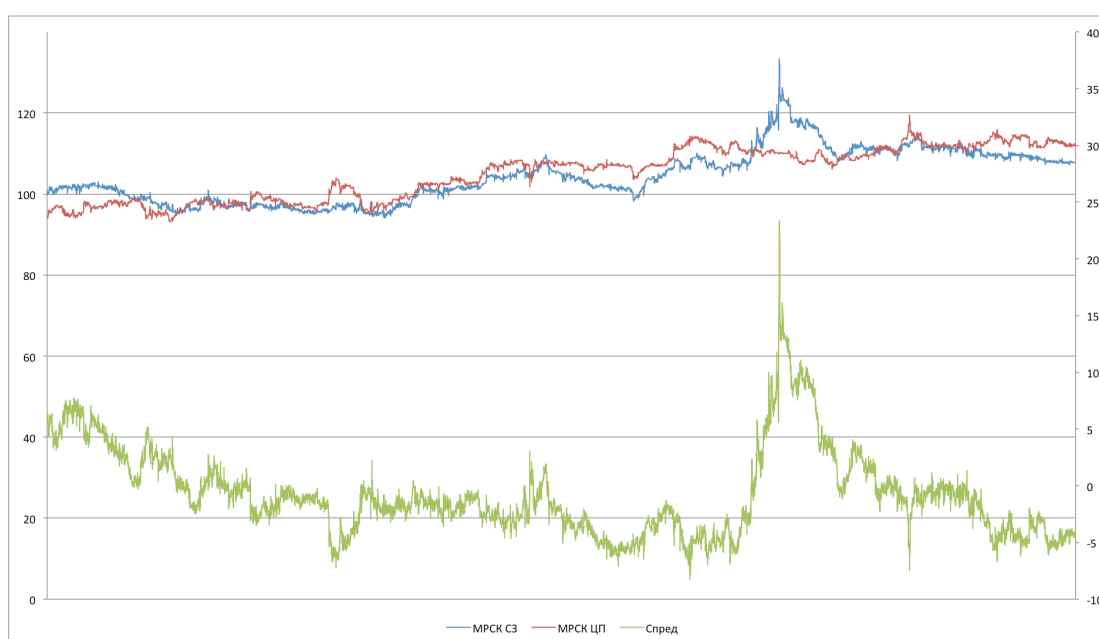
- ПАО «МРСК Северо-Запада» - основной оператор, оказывающий услуги по передаче электроэнергии и присоединению к электросетям в семи регионах Северо-Запада

Факторами выбора данных сетевых компаний стали во первых схожая структура выручки. 95% выручки «МРСК Центра» за 2020 год приходится на передачу электроэнергии, у «МРСК Центра и Приволжья» данный показатель составил 96%. У «МРСК Северо-Запада» передача электроэнергии в структуре выручки за 2020 год занимает 78,5%, еще 17% выручки компании приходится на непосредственно продажу электроэнергии.

Другим фактором повлиявшим на выбор компаний для арбитража оказалась ликвидность. Выбранные сетевые компании, в отличие от других сетевых компаний, входящих в отраслевой индекс электроэнергетики Мосбиржи (МРСК Урала, и МРСК Волги) обладают необходимой ликвидностью, что в полной мере позволяет реализовывать арбитражные стратегии.

Первыми на коинтеграцию были протестированы акции МРСК Северо-Запада и МРСК Центра и Приволжья. Первым делом была проведена

регрессия методом наименьших полных квадратов для определения коэффициента хеджирования, который составил 0,9435. Это позволило построить спред между активами и оценить его стационарность с помощью теста Дики-Фуллера. По итогам тестовая статистика составила -4,528, что ниже 1% критического значения. Это означает, что мы можем отвергнуть нулевую гипотезу о том, что портфель не возвращается к среднему значению. В следствие этого можно сделать вывод, что активы коинтегрированы, что подтверждается визуально при построении спреда.

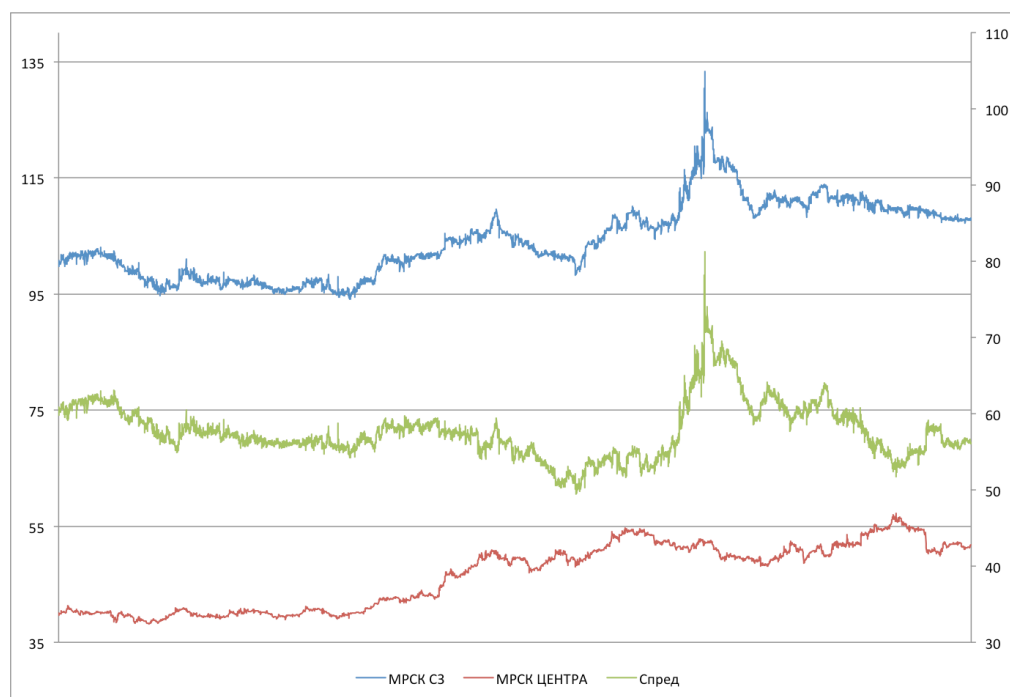


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 19.03.2021)

Рисунок 23 – Динамика акций МРСК Северо-Запада и МРСК Центра и Приволжья, а также спред между ними

Далее на коинтеграцию были протестированы акции МРСК Северо-Запада и МРСК Центра. Поскольку на коинтеграцию необходимо протестировать только два временных ряда был также выбран расширенный тест Дики-Фуллера. Методом регрессии наименьших полных квадратов был определен коэффициент хеджирования составивший 0,39651454, далее был

построен спред и с помощью теста проверен на стационарность. Значение тестовой статистики составило $-4,0307$, что также ниже тестового значения, также указывает на стационарность спреда и также указывает на возможность построения арбитражной стратегии. На рисунке 24 представлена визуальная оценка стационарности спреда.

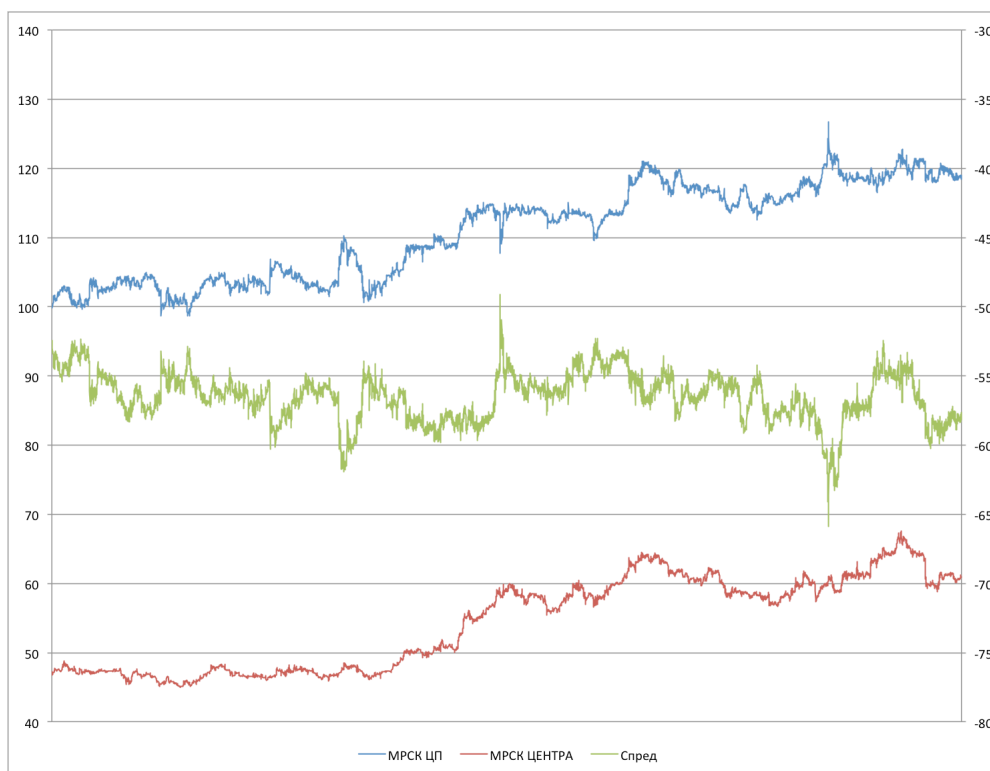


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 21.03.2021)

Рисунок 24 - Динамика акций МРСК Северо-Запада и МРСК Центра, а также спред между ними

Несмотря на положительное значение теста вряд ли получится построить арбитражную стратегию с использованием двух описанных пар, поскольку волатильность спреда очень мала. Это указывает на то, что при построении стратегий парного трейдинга важно визуально оценивать динамику активов, изменение спреда между ними, а также его волатильность.

Последней парой электросетевых компаний проверенных на коинтеграцию оказались МРСК Центра и Приволжья и МРСК Центра. Как и с предыдущими парами методом регрессии наименьших полных квадратов был определен коэффициент хеджирования составивший 0,46766, после чего был построен спред. Также с помощью расширенного теста Дики-Фуллера спред был протестирован на коинтеграцию, что в итоге дало наименьшее значение тестовой статистики в -6.7151. Значение оказалось значительно ниже тестового, что также подтвердило стационарность спреда. Выводы также можно подтвердить визуальной оценкой стационарности.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com>
(Дата обращения 21.03.2021)

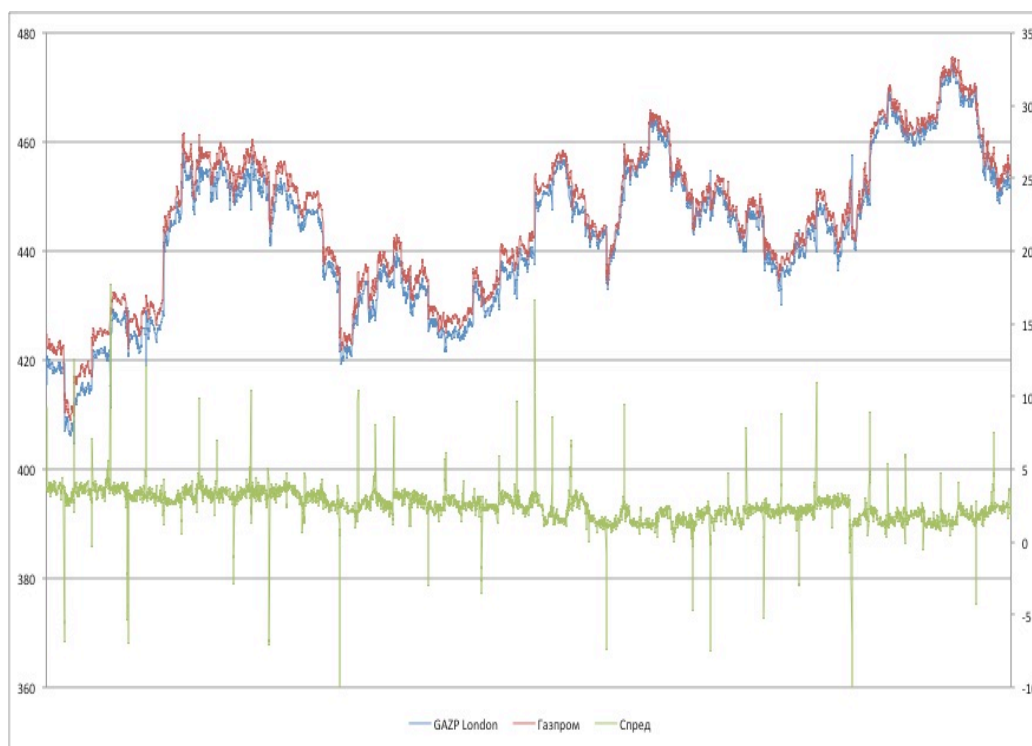
Рисунок 25 - Динамика акций МРСК Центра и Приволжья и МРСК Центра, а также спред между ними

По итогам тестов наиболее стационарные спреды были получены при тестировании активов со схожей структурой выручки, а также при

тестировании стратегии баскет-трейдинга. Стратегии чистого арбитража напротив не продемонстрировали повышенной доходности.

На развитых рынках также возможны различные виды арбитража: как чистый арбитраж, так и арбитраж относительной стоимости. При этом вследствие намного большей развитости рынка, значительно более высокой ликвидности и большего количества инструментов зарубежные рынки представляют огромные возможности для арбитражеров.

Первой рассмотренной стратегией чистого арбитража, будет парный трейдинг одними и теми же активами на разных рынках. В качестве примера арбитража на международных рынках были взяты акции ПАО «Газпром» и ADR на обыкновенные акции «Газпрома», торгующиеся на Лондонской фондовой бирже под тикером OGZD. При арбитраже также необходимо учитывать, что каждая депозитарная расписка подтверждает право собственности на акции две акции ПАО «Газпром», а также необходимость в валютном хеджировании, так как ADR на LSE торгуются в долларах. На рисунке 26 представлена динамика депозитарной расписки с учетом валютного хеджирования, двух обыкновенных акций ПАО «Газпром», а также спред между ними.



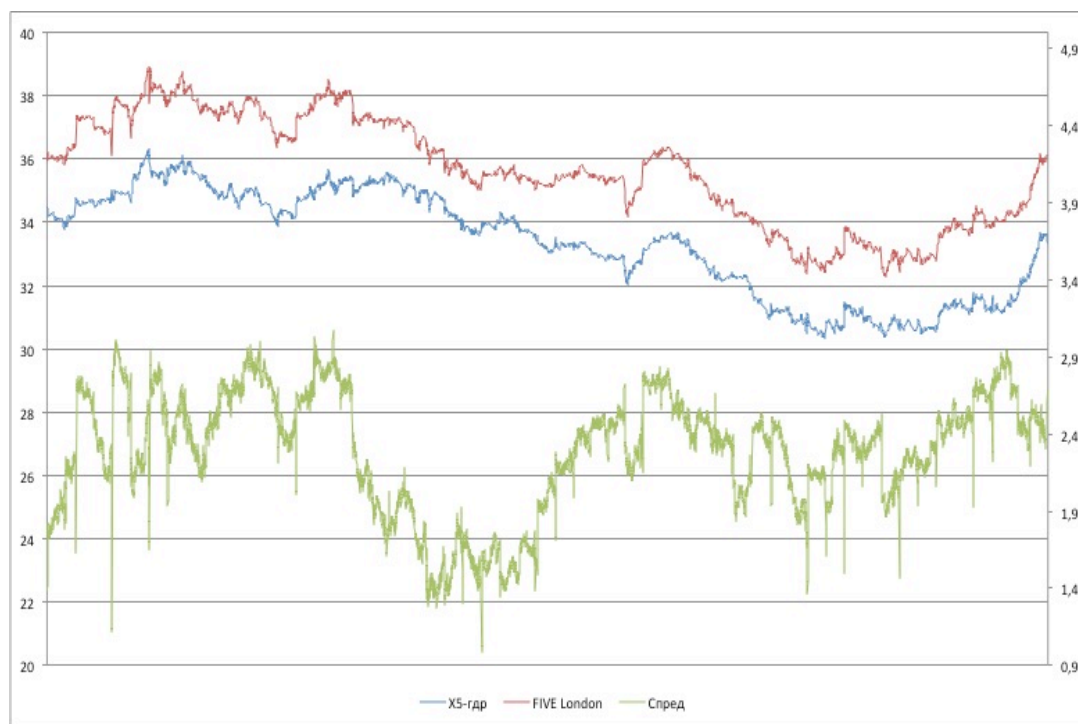
Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальных сайтах Московской биржи и сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com>; <https://www.moex.com> (Дата обращения 21.03.2021)

Рисунок 26 – Динамика акций и депозитарных расписок ПАО «Газпром», а также спред между ними

По итогам оценки, спред показывает высокую стационарность, однако несмотря на это отклонения спреда от средней на столько малы, что вряд ли получится построить стабильную рыночно-нейтральную стратегию, которая будет показывать доходность выше среднерыночной.

Получить более волатильный спред можно путем отказа от хеджирования валютного риска. В качестве примера рассмотрим глобальные депозитарные расписки X5 RETAIL GROUP, которые обращаются на Лондонской фондовой и Московской биржах под тикером FIVE. Каждая ГДР соответствует 0,25 одной обыкновенной акции.

Сначала проводится регрессия методом наименьших полных квадратов, определяется коэффициент хеджирования и строится спред. Для указанных акций построенный спред представлен на рисунке 27.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальных сайтах Московской биржи и сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com>; <https://www.moex.com> (Дата обращения 22.03.2021)

Рисунок 27 – Динамика депозитарных расписок X5 RETAIL GROUP на Лондонской фондовой и Московской биржах, а также спред между ними

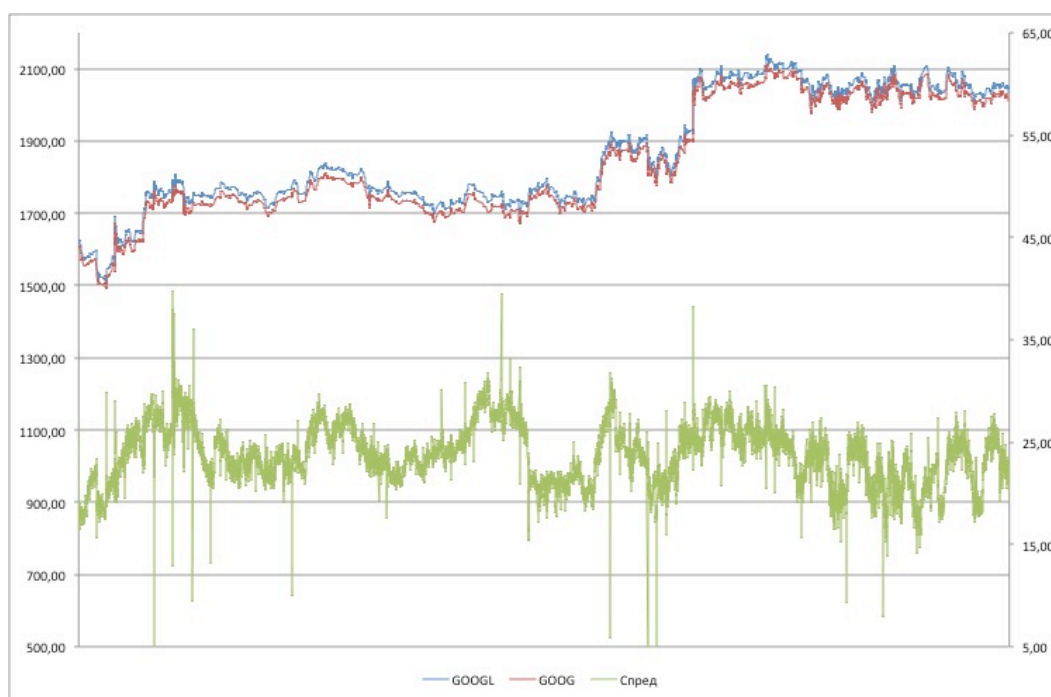
По результатам теста Дики-Фуллера тестовая статистика составила - 6,1795, что ниже 1% тестового значения и указывает на стационарность спреда. При этом тест проводился в период отсутствия резких колебаний валютных курсов, которые могут значительно влиять на динамику спреда.

Другим хорошим примером чистого арбитража на зарубежных рынках выступает арбитраж между акциями разного класса. В качестве примере данного вида арбитража были выбраны акции холдинга Alphabet.

Холдинг имеет три класса акций: класс А, класс В и класс С. При этом только акции класса А и класса С торгуются на NASDAQ. Владельцы акций класса А имеют право одного голоса на каждую акцию, владельцы акций класса В имеют 10 голосов на одну акцию, а владельцы акций класса С не имеют права голоса на собраниях акционеров

Очевидно, что разница между акциями класса А и С не столь существенна, чтобы значительно влиять на динамику акций, а следовательно существует возможность построения арбитражных стратегий между ними.

Первым делом, необходимо провести регрессию методом наименьших полных квадратов для определения коэффициента хеджирования, который составил 0,9832127264. После чего стоит спред между акциями разного класса, представленный на рисунке 28.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 23.03.2021)

Рисунок 28 – Динамика акций Alphabet разного класса, а также спред между ними

После построения спреда был проведен тест Дики-Фуллера для оценки стационарности спреда, который показал тестовую статистику в -15,0409, что значительно ниже 1% критического значения, а следовательно можно сделать вывод о стационарности спреда. Визуальная оценка спреда также показывает, что спред стационарен и акции можно использовать для построения арбитражной стратегии.

Помимо чистого арбитража, зарубежные рынки представляют намного больше возможностей для статистического арбитража и basket трейдинга. Связано это с намного более развитым рынком, большей ликвидностью и значительным количеством финансовых инструментов. На данный момент на международных финансовых рынках торгуется около 2500 ETF¹¹, что представляет огромные возможности как для парного трейдинга между схожими по составу фондами, так и для basket трейдинга.

Примером фондов для парного трейдинга могут выступать два ETF на развивающиеся рынки: iShares Core MSCI Emerging Markets ETF, торгующийся под тикером IEMG и Vanguard FTSE Emerging Markets ETF, торгующийся под тикером VWO.

Таблица 3 – Активы с наибольшим весом в ETF VWO и IEMG

	В процентах
10 активов с наибольшим весом в фонде VWO	Доля в фонде
Tencent Holdings Ltd.	6.21
Alibaba Group Holding Ltd. Sponsored ADR	5.21
Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.	4.66
Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd. Sponsored ADR	2.16
Meituan Class B	2.01
Naspers Limited Class N	1.24
U.S. Dollar	1.23
Reliance Industries Limited	1.10
JD.com, Inc. Sponsored ADR Class A	1.00
Baidu Inc Sponsored ADR Class A	0.94
10 активов с наибольшим весом в фонде IEMG	Доля в фонде
Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.	5.65
Tencent Holdings Ltd.	5.13
Alibaba Group Holding Ltd. Sponsored ADR	4.96
Samsung Electronics Co., Ltd.	3.81
Meituan Class B	1.55

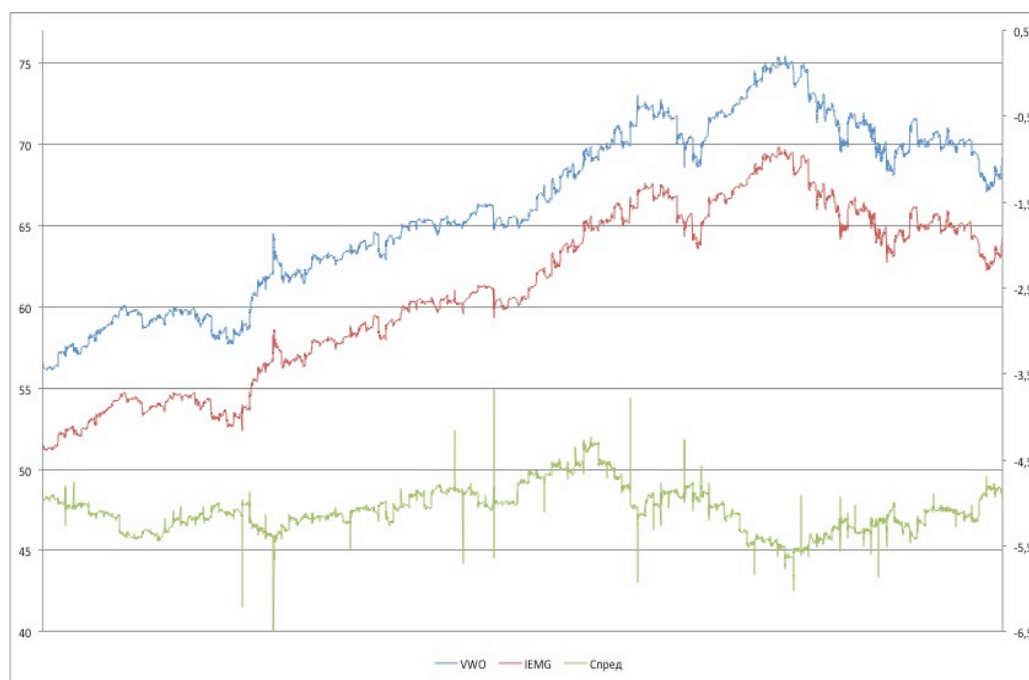
¹¹ Etf.com : информационный портал. – 2021. – URL: <https://www.etf.com> (Дата обращения 15.03.2021). – Текст : электронный.

Продолжение таблицы 3

Naspers Limited Class N	1.14
Reliance Industries Limited	0.91
China Construction Bank Corporation Class H	0.89
JD.com, Inc. Sponsored ADR Class A	0.79
Ping An Insurance (Group) Company of China, Ltd. Class H	0.79

Источник: Информационный портал etf.com. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.etf.com> (Дата обращения 23.01.2021)

Поскольку состав индексов во многом схож, наиболее вероятно, что в будущем они будут иметь схожую динамику, а следовательно есть возможность для построения стационарного спреда между фондами. Для построения спреда был определен коэффициент хеджирования, который составил 1,3324701992862, после чего построен спред, представленный на рисунке 29.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 23.03.2021)

Рисунок 29 – Динамика ETF VWO и IEMG, а также спред между ними

Полученный спред показал высокую стационарность, что подтверждается результатами теста. Однако спред не показывает сильной волатильности, что может стать препятствием для построения рыночно-нейтральной стратегии.

Стационарный спред также можно получить между индексом и корзиной ценных бумаг. В качестве базового индекса был выбран инверсивный ETF ProShares Short S&P500, который получает результат обратный доходности индекса S&P500. Также была собрана корзина из 10 акций входящих в индекс S&P500 и имеющих в нем наибольший вес.

Для определения веса акций в корзине и анализа активов на коинтеграцию был проведен тест Йохансена. Полученные доли акций в корзине представлены таблице 4.

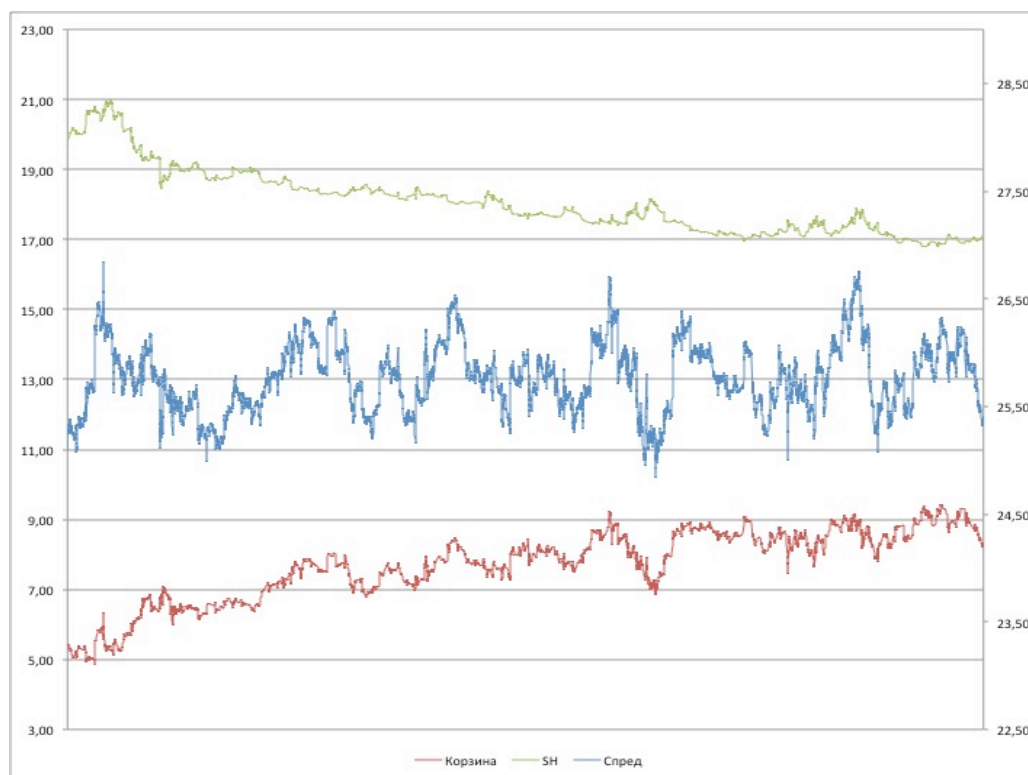
Таблица 4 - Ценные бумаги, входящие в корзину, а также их доли

В процентах

Тикер ценной бумаги	Доля в корзине
AAPL	31,64
MSFT	-5,75
AMZN	-0,56
FB	7,65
GOOGL	1,79
GOOG	-0,84
BRKB	-2,70
TSLA	0,50
JPM	18,90
JNJ	-29,65

Источник: составлено автором.

По итогам теста была построен спред между корзиной ценных бумаг и ETF ProShares Short S&P500, представленный на рисунке 30.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 24.03.2021)

Рисунок 30 – Динамика ETF ProShares Short S&P500, составленной корзины и спред между ними

Результаты теста показали высокую коинтеграцию между ETF ProShares Short S&P500 и построенной корзиной ценных бумаг, при этом спред показывает высокую волатильность. Это дает много возможностей для парного трейдинга, а также построения механических торговых систем на основе полученного спреда.

По итогам анализа спредов, можно сделать выводы, что несмотря на то, что развитые рынки обладают намного большей ликвидностью и эффективностью на них также возможно построение рыночно-нейтральных стратегий парного и баскет трейдинга. При большем разнообразии инструментов дает значительно больше возможностей для создания арбитражных стратегий.

Во второй главе были рассмотрены различия ценных бумаг в зависимости от времени, рынка, а также рыночного инструмента. Исходя из этого были выделены три основных вида арбитража: временной, пространственный и межрыночный арбитраж.

Исходя из указанных видов арбитража были выделены и протестированы на российском и зарубежном рынке пять основных стратегий:

- Арбитраж базиса;
- Эквивалентные активы на разных рынках;
- Арбитраж индекса и корзины акций;
- Арбитраж деривативов на схожие индексы;
- Компании со схожей структурой выручки.

По итогам были по большинству стратегий удалось получить стационарный спред, подходящий для создания рыночно нейтральных стратегий, при этом некоторые стратегии статистического арбитража были не лишены дополнительных, в том числе валютных, рисков.

По итогам данной главы выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- составить классификацию арбитражных стратегий, которая послужит основой для выбора активов для стратегий арбитража;
- определить активы с приемлемым уровнем стационарности спреда, подходящие для построения рыночно нейтральных стратегий и построить спреды;

ГЛАВА 3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ АРБИТРАЖА, ПАРНОГО ТРЕЙДИНГА И БАСКЕТ ТРЕЙДИНГА НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

3.1 Анализ существующих стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга

Несмотря на то, что с помощью доходности, которую генерируют механические торговые системы, построенные на основе спреда между активами сравнить арбитражные стратегии легче, такое сравнение не является объективным. На доходность стратегий могут сильно влиять точки входа, стоп заявки, оптимизация торговой системы и другие параметры. Также проверка стратегии на исторических данных может сильно исказить итоговые результаты, что приведет к необъективности результатов.

Таким образом было принято решение сравнивать непосредственно спреды полученные между активами и сами активы по трем параметрам: стационарность спреда, корреляция между активами и стандартное отклонение спреда. Параметры спредов указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели спредов между активами

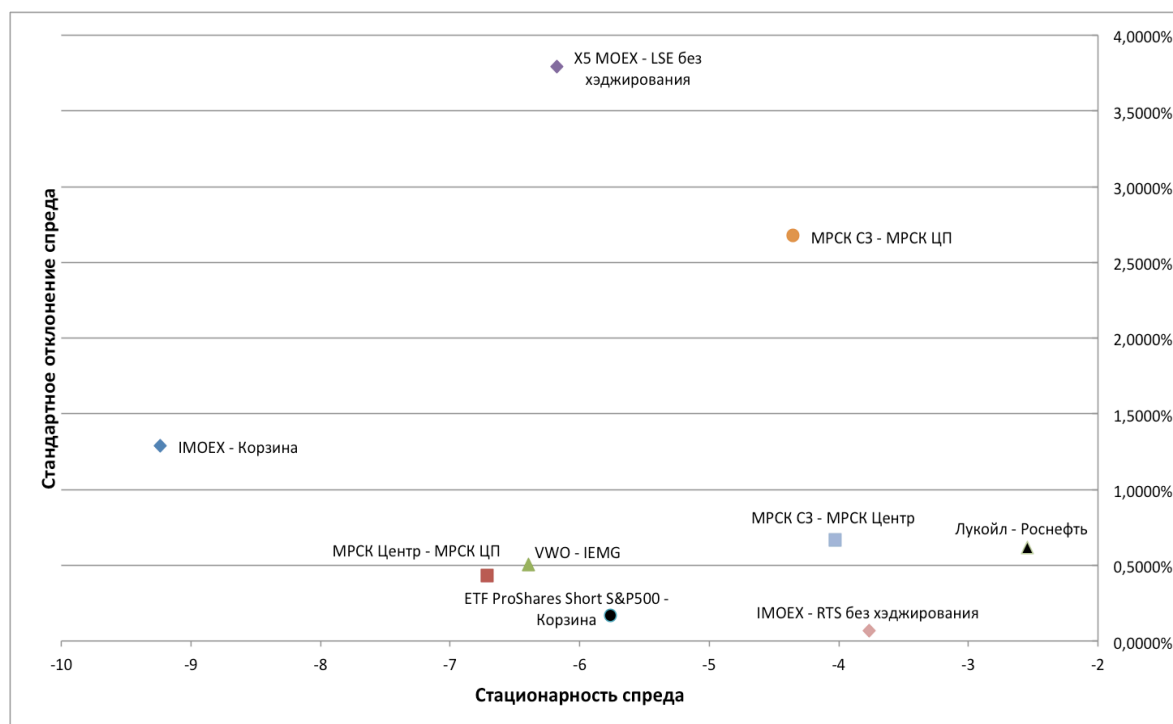
	Стационарность спреда	Корреляция между активами, %	Стандартное отклонение, %
ИМОЕХ - Корзина	-9,2362	99,75	1,2891
ИМОЕХ - RTS без хеджирования	-3,7654	95,63	0,0704
Лукойл - Роснефть	-2,5474	38,36	0,6149
МРСК СЗ - МРСК ЦП	-4,3530	82,05	2,6775
МРСК СЗ - МРСК Центр	-4,0307	82,49	0,6653
МРСК Центр - МРСК ЦП	-6,7151	96,49	0,4339
X5 МОЕХ - LSE без хеджирования	-6,1795	97,39	3,7925

Продолжение таблицы 5

VWO - IEMG	-6,3951	99,87	0,5051
ETF ProShares Short S&P500 - Корзина	-5,7624	94,98	0,1666

Источник: составлено автором

Первым делом был построен график зависимости главных показателей оценки спреда: стационарность спреда между активами и стандартное отклонение спреда, которые представлены на рисунке 31.



Источник: составлено автором

Рисунок 31 – Зависимость стандартного отклонения спреда от стационарности спреда

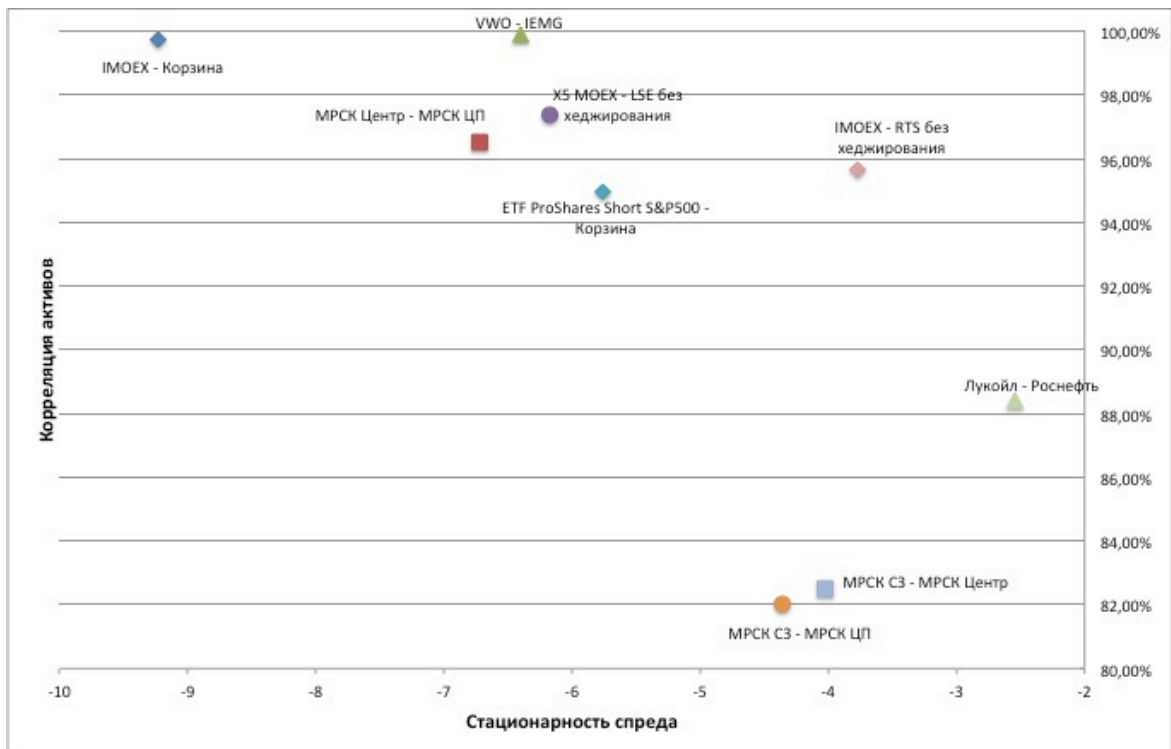
На рисунке можно заметить, что большая часть спредов между активами имеют схожие параметры: стационарность спреда составляет от -3 до -7, а стандартное отклонение спреда лежит в диапазоне 0-1%. Такие спреды лучше всего подходят для построения стратегий парного трейдинга,

так как спред устойчив, а его стандартное отклонение показывает, что спред достаточно волатилен для арбитражных сделок.

Значительно выбиваются следующие спреды:

- Между акциями Лукойл – Роснефть, которые не подходят для парного трейдинга из-за низкого уровня коинтеграции;
- X5 MOEX - X5 LSE имеют высокий уровень стандартного отклонения, но также повышенные риски из-за отсутствия хеджирования валютного риска;
- МРСК СЗ - МРСК ЦП и ИМОЕХ – Корзина имеют наилучшие показатели стандартного отклонения и стационарности спреда.

Иная ситуация складывается при анализе двух взаимосвязанных показателей корреляции активов и стационарности спредов между активами. Распределение спредов представлено на графике.

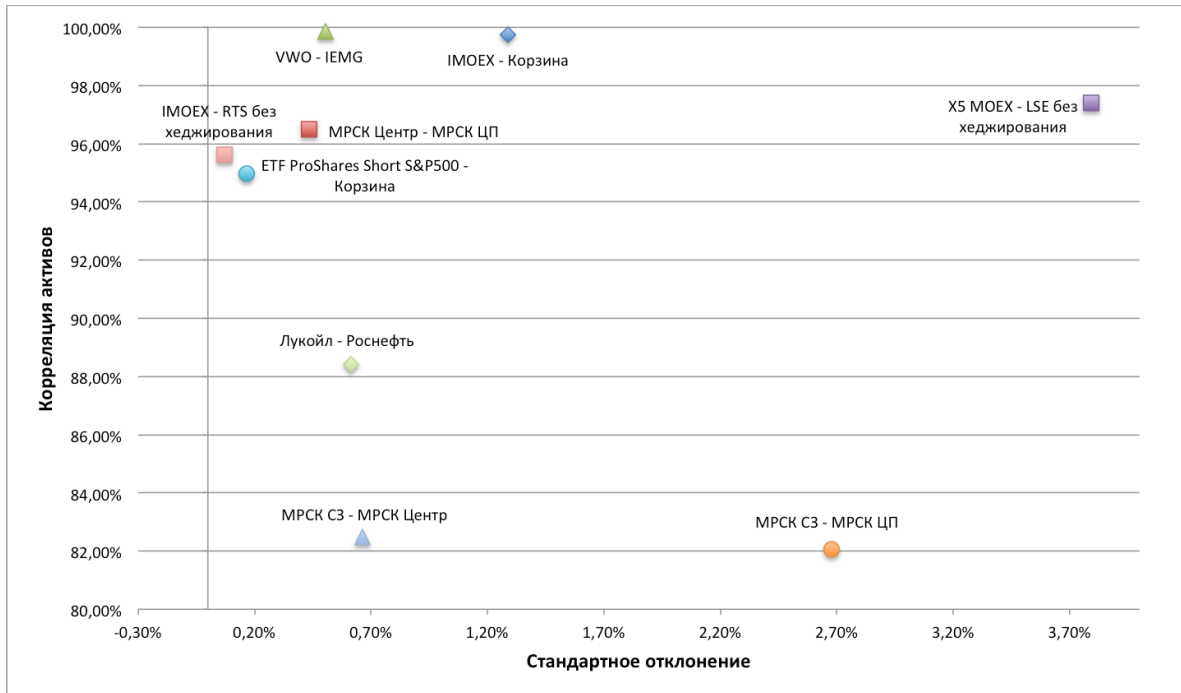


Источник: составлено автором

Рисунок 32 - Зависимость корреляции активов от стационарности спреда

Очевидно, что если спред между активами стационарен, то активы будут между собой коррелированы. Из этого и получается, что между активами есть четкая линейная зависимость – с ростом корреляции между активами растет стационарность спреда.

Также полезно было бы построить график зависимости корреляции активов от стандартного отклонения спреда между активами.



Источник: составлено автором

Рисунок 33 - Зависимость корреляции активов от стандартного отклонения спреда

Как и в случае с зависимостью стационарности спреда от стандартного отклонения спреда, в данной зависимости большая часть спредов сосредоточена в области с корреляцией активов от 90 до 100% и стандартным отклонением 0,07-1,5%. Остальные спреды выделяются либо высоким стандартным отклонением, что дает дополнительные возможности для арбитражных сделок, либо низкой корреляцией, что может стать препятствием для торговли.

Таким образом по итогам анализа корреляции активов, стандартного отклонения спредов, а также их стационарности, можно выделить наиболее подходящие для построения торговых стратегий спреда:

- IMOEX - Корзина
- МРСК Центр - МРСК ЦП
- VWO - IEMG
- X5 MOEX - X5 LSE
- ETF ProShares Short S&P500 – Корзина

3.2 Сравнение применения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга на развитых и развивающихся рынках

Построение любой стратегии парного или баскет трейдинга сводится нескольким основным этапам:

1. Поиск активов с предполагаемой статистической зависимостью;
2. Нахождение коэффициента хеджирования или долей активов в корзине и построение спреда;
3. Анализ активов на коинтеграцию;
4. Определение точек входа и выхода из позиции.

Для развитых и развивающихся рынков все этапы, за исключением первого аналогичны. На различных рынках, в зависимости от степени и особенностей его развития, торгуемые инструменты могут значительно отличаться.

Для анализа возможностей арбитража с учетом особенностей различных рынков были выбраны рынок США, России и Индии как один из развивающихся рынков, схожих с национальным.

Для осуществления стратегий арбитража, при выборе рынка необходимо учитывать три важнейших показателя: объем рынка, риск и наличие финансовых инструментов.

Для оценки объема рынка было проведено сравнение капитализация публичных национальных компаний, которое представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели капитализации публичных национальных компаний США, России и Индии за 2018 год

Наименование показателя	США	Россия	Индия
Капитализация публичных национальных компаний (трлн. долл. США)	30,436	0,576	2,083
Капитализация публичных национальных компаний (% от ВВП)	147,892	34,507	76,792

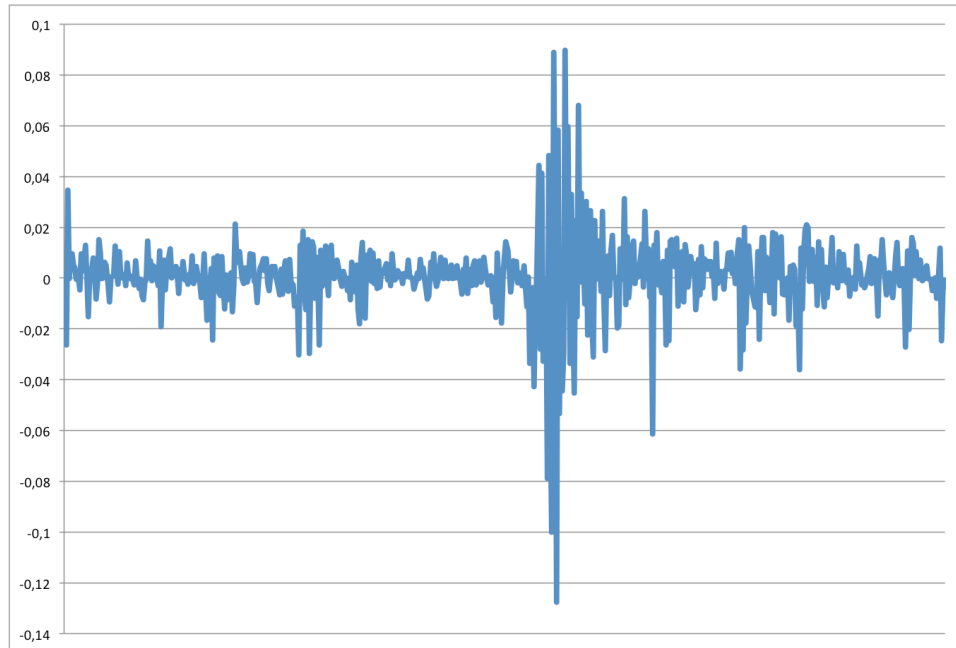
Источник: официальный сайт Всемирного банка. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://data.worldbank.org/indicator> (Дата обращения 05.04.2021)

Из таблицы видно, что российский рынок в четыре раза уступает рынку Индии по капитализации, а также два раза ниже по отношению капитализации к ВВП.

Однако помимо объема рынка важно учитывать риск финансового рынка. Его можно оценить с помощью расчета стандартного отклонения ключевых национальных индексов США, России и Индии:

- S&P 500 – фондовый индекс, состоящий из акций публичных компаний торгующихся на фондовых биржах США и имеющих наибольшую капитализацию.
- Индекс Мосбиржи – взвешенный по рыночной капитализации композитный индекс российского фондового рынка, включающий наиболее ликвидные акции крупнейших и динамично развивающихся российских эмитентов, виды экономической деятельности которых относятся к основным секторам экономики.
- SENSEX India – это индекс фондового рынка Индии, состоящий из 30 крупнейших компаний, котирующихся на Бомбейской фондовой бирже.

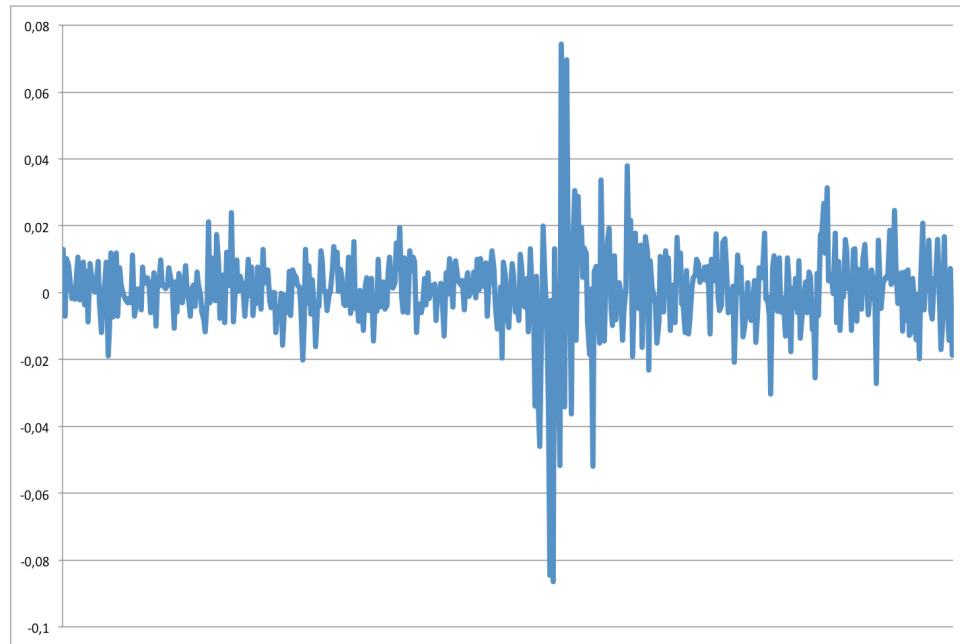
Дневное процентное изменение индекса S&P 500 за период с начала 2019 года по начало 2021 года представлено на рисунке 34.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 05.04.2021)

Рисунок 34 – Дневное процентное изменение индекса S&P500

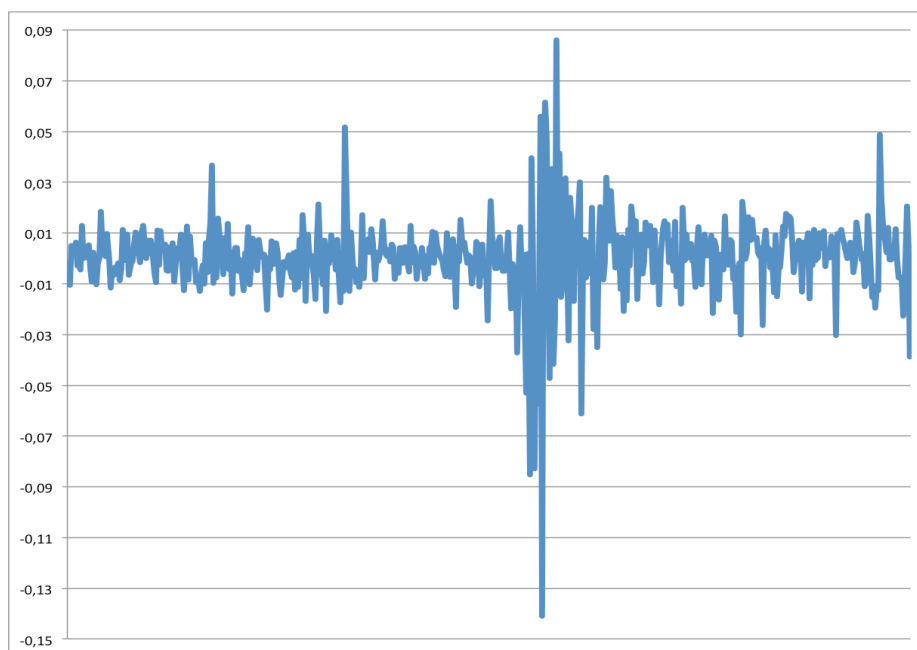
За указанный временной интервал максимальное положительное дневное изменение индекса составило 8,97%, максимальное отрицательное изменение индекса составило -12,77%, стандартное отклонение за анализируемый интервал составило 1,53%.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 05.04.2021)

Рисунок 35 – Дневное процентное изменение индекса Мосбиржи

Иную динамику за тот же период показал индекс Московской биржи. Максимальный рост за анализируемый временной интервал составил 7,43%, максимальное дневное падение индекса составило -8,65%, а стандартное отклонение 1,26%.



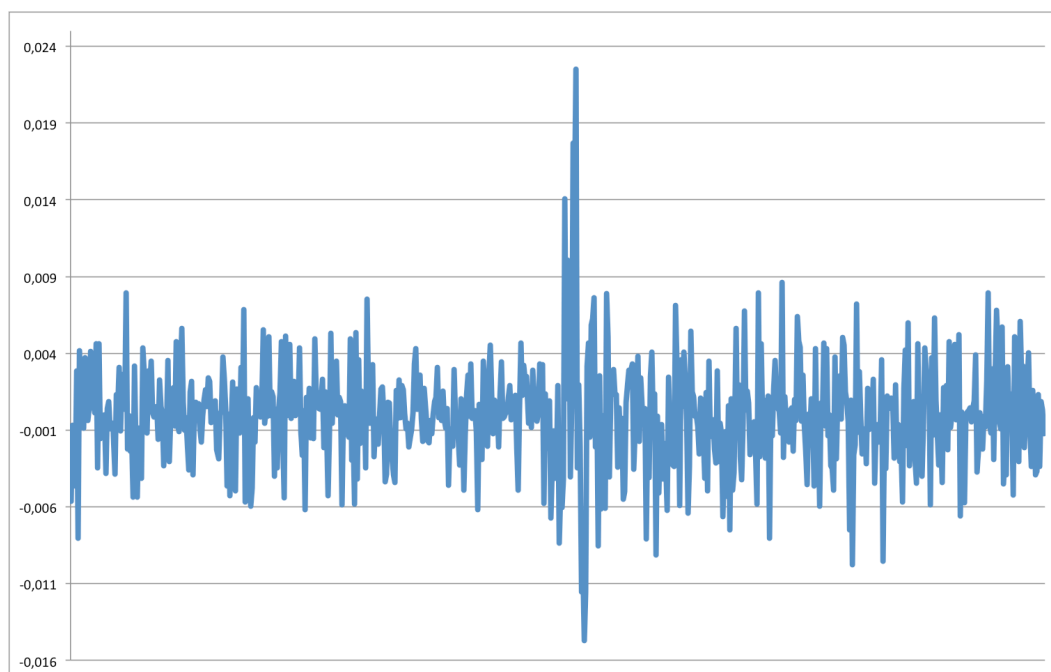
Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 06.05.2021)

Рисунок 36 - Дневное процентное изменение индекса SENSEX India

Наибольшую волатильность в 1,56% показал индекс Бомбейской фондовой биржи. Максимальная дневная доходность за анализируемый период составила 8,59%, в то время как максимальная просадка оказалась наибольшей среди трех анализируемых индексов и составила -14,10%.

Также для расчета риска было рассчитано дневное изменение и стандартное отклонение валютных пар USD/RUB, USD/INR, а также индекса доллара, который показывает отношение доллара США к корзине из других валют.

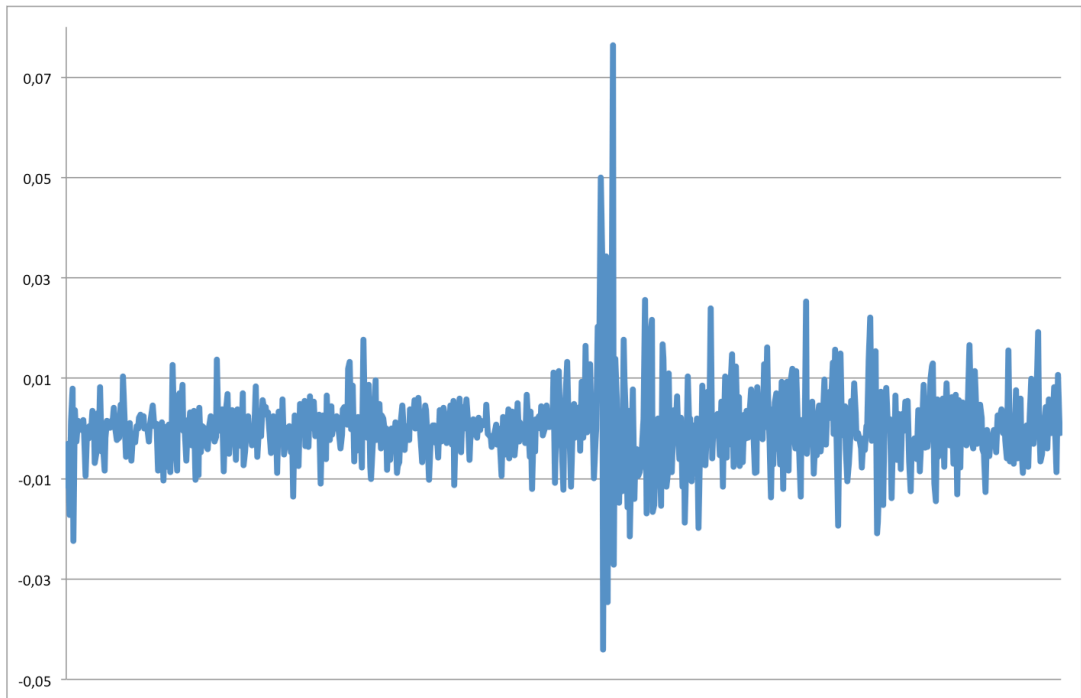
Наиболее устойчивым за период с начала 2019 года по начало 2021 года оказался индекс доллара. Наибольший дневной рост индекса за указанный период составил 2,25%, максимальное отрицательное изменение динамики индекса составило -1,47%. Показатель стандартного отклонения индекса оказался на уровне 0,336%



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 07.04.2021)

Рисунок 37 - Дневное процентное изменение индекса доллара

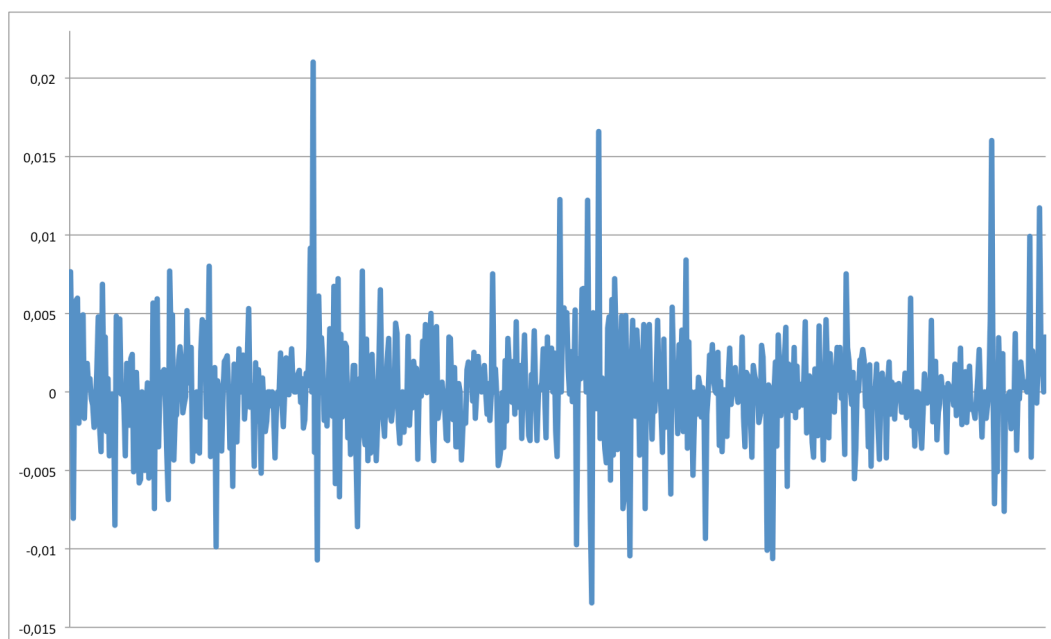
Намного более волатильной оказалась национальная валюта по отношению к доллару США. Максимальный дневной рост российской валюты составил 7,63%, максимальное дневное падение рубля по отношению к доллару доходило до -4,41%. Стандартное отклонение же оказалось более чем в два раза выше, чем у индекса доллара и составило 0,79%.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 07.04.2021)

Рисунок 38 - Дневное процентное изменение рубля к доллару США

Национальная валюта Индии за анализируемый период оказалась устойчивее российского рубля, показав стандартное отклонение 0,343%. Дневное изменение индийской рупии колебалось в диапазоне от -1,47% до 2,25%.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Yahoo Finance. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://finance.yahoo.com> (Дата обращения 07.04.2021)

Рисунок 39 - Дневное процентное изменение индийской рупии к доллару США

При прочих равных условиях для построения арбитражных стратегий предпочтительней более волатильный рынок

Важнейшим показателем для арбитража является наличие финансовых инструментов. На различных рынках в зависимости от степени и особенностей развития рынка могут торговаться различные инструменты, что будет значительно влиять на построение стратегий арбитража. В таблице 7 указаны инструменты финансового рынка которые используются в построении арбитражных стратегий.

Таблица 7 – Наличие инструментов для построения арбитражных стратегий на различных рынках

Ценная бумага	США	Россия	Индия
Акции	+	+	+
Акции разных классов	+	+	±
Опционы на акции	+	+	-

Продолжение таблицы 7

Опционы на индексы	+	+	+
Опционы на товары	+	+	+
Опционы на валюту	+	+	+
Опционы на процентные ставки	+	-	+
Фьючерсы на индексы	+	+	+
Фьючерсы на акции	-	+	-
Фьючерсы на валюты	+	+	+
Фьючерсы на товары	+	+	+
Фьючерсы на процентные ставки	+	+	+
Биржевые фонды	+	+	+

Источник: составлено автором

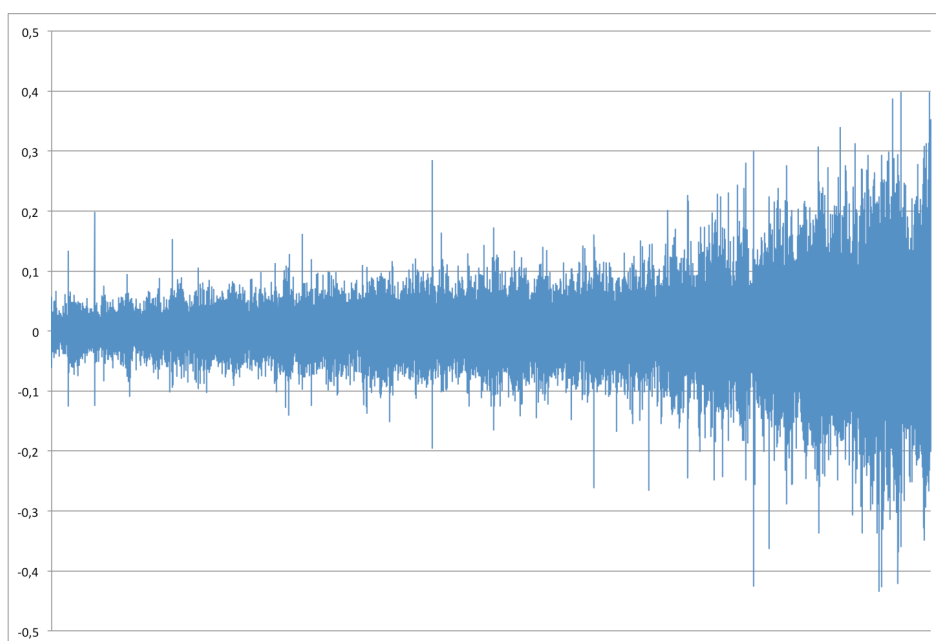
Основная разница между данными рынками заключается в наличии опционов и фьючерсов на акции. Особенностью российского фондового рынка является наличие фьючерсных контрактов на отдельные акции. Ни на рынке США, ни на рынке Индии такие контракты не торгуются. Что касается рынка Соединённых Штатов там большой популярностью пользуются опционы на отдельные акции. На Российском рынке торгуются опционы на фьючерсы на акции, однако они не обладают большой ликвидностью. На индийском рынке такие контракты не торгуются, что является препятствием для многих стратегий арбитража.

3.3 Влияние ликвидности на эффективность стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга

Очевидно, что одним из главных показателей на которые стоит обращать внимание при построении арбитражных стратегий это ликвидность. Ликвидность может стать как препятствием для построения

арбитражных стратегий, так и дать дополнительные возможности при реализации стратегий арбитража.

Очевидно, что при снижении ликвидности бумаг, которые используются при построении арбитражных стратегий, будет расти волатильность спреда между ними. Наглядно это можно продемонстрировать сравнив спреды между ценными бумагами с разной ликвидностью. Для сравнения были выбраны спреды Сбербанк ао-SRH1 и Ростелеком ап-RTH1.

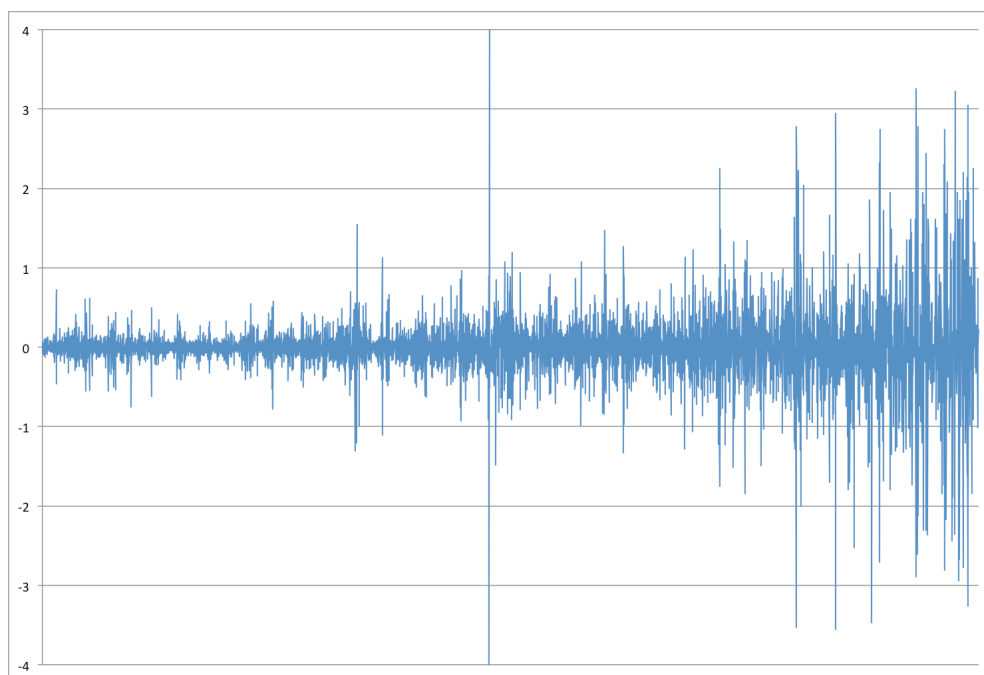


Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 10.04.2021)

Рисунок 40 - Динамика изменения спреда Сбербанк ао-SRH1, процентная шкала

На рисунке 40 видно, что изменения спреда большую часть времени колебались в диапазоне от -20 до 20% и только с приближением экспирации колебания спреда расширились. Стандартное отклонение спреда за анализируемый период составило 5,74%.

Колебания спреда Ростелеком ап-RTH1 за аналогичный период оказались значительно сильнее.



Источник: составлено автором на основе информации, представленной на официальном сайте Московской Биржи. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.moex.com> (Дата обращения 10.04.2021)

Рисунок 41 - Динамика изменения спреда Ростелеком ап-RTH1, процентная шкала

Менее ликвидный спред колебался в диапазоне от -50 до 50%, постепенно расширяясь с приближением экспирации. Стандартное отклонение значительно превысило значение более ликвидного спреда и составило 45,03%.

Чтобы проследить четкую взаимосвязь ликвидности и стационарности спреда, необходимо провести анализ спредов с различной ликвидностью. Для анализа были выбраны 9 спредов между активами с различным среднедневным объемом торгов.

Таблица 8 – Показатели ликвидности спредов

	Среднедневной объем торгов, млрд. руб.	Стандартное отклонение спреда, %
USDRUB-SiH1	248,8848696	2,34
Сбербанк-SRH1	19,71182128	5,41

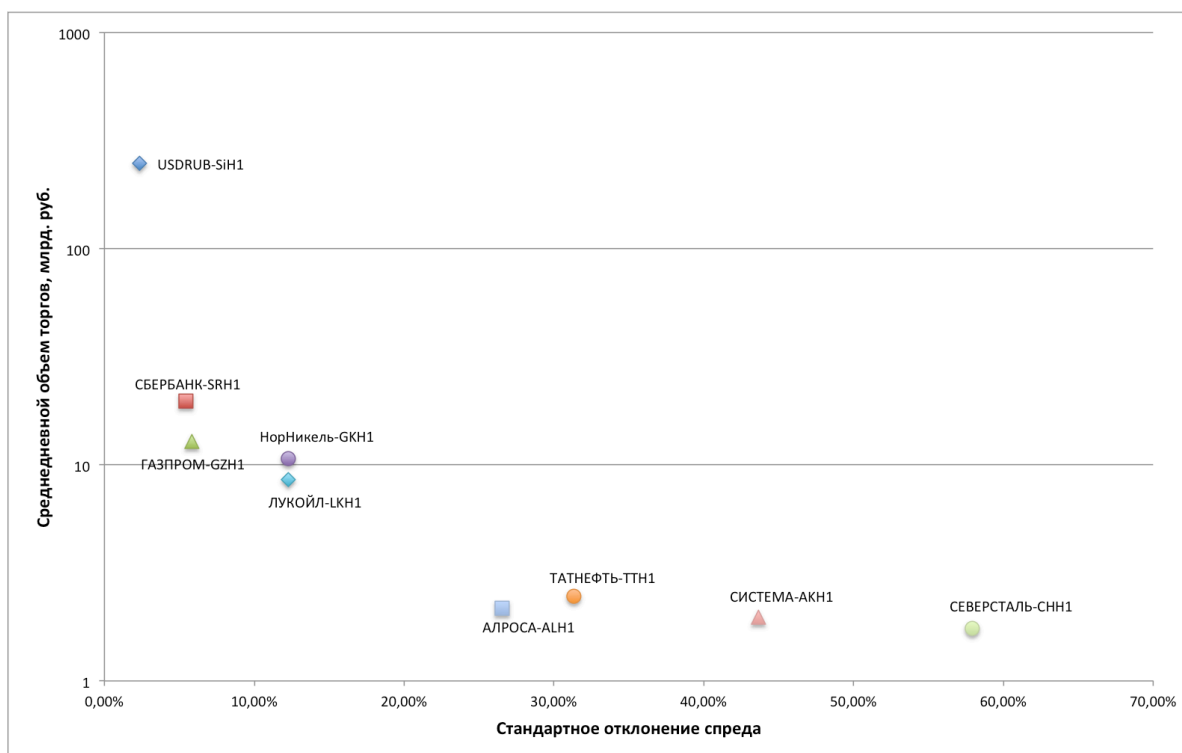
Продолжение таблицы 8

Газпром-GZH1	12,87201013	5,83
НорНикель-GKH1	10,71286739	12,28
Лукойл-LKH1	8,568262568	12,27
Татнефть-TTH1	2,458751248	31,34
Алроса-ALH1	2,168120534	26,54
Система-AKH1	1,978624163	43,64
Северсталь-CHH1	1,747458234	57,93

Источник: составлено автором

Из таблицы 8 заметно, что с увеличением среднего объема торгов стандартное отклонение спреда между активами снижается, что подтверждает влияние ликвидности активов на построение арбитражных стратегий.

Для наглядной демонстрации был построен график среднего объема торгов от стандартного отклонения спреда, представленный на рисунке 42.



Источник: составлено автором

Рисунок 42 – Зависимость стандартного отклонения спреда от среднедневного объема торгов, логарифмическая шкала

На рисунке наглядно заметна зависимость: при росте объема торгов активами снижается стандартное отклонение. У активов с высоким среднедневным объемом торгов стандартное отклонение спреда может оказаться недостаточным для построения арбитражных стратегий и наоборот, при высоком стандартном отклонении, низкая ликвидность активов может стать препятствием для построения рыночно-нейтральной стратегии. При выборе активов для построения стратегий арбитража, действия арбитражера должны сводиться к выбору активов с высоким стандартным отклонением спреда при этом обладающих достаточной ликвидностью.

В третьей главе полученные спреды были проанализированы по трем основным показателям: стационарность спреда, корреляция между активами и стандартное отклонение спреда. Большая часть анализируемых спредов

сосредоточилась в диапазоне со стандартным отклонением от 0 до 1% и стационарностью спреда от -3 до -7.

Также было проведено сравнение развитых и развивающихся рынков на подходящие условия для построения арбитражных стратегий. Было проведено сравнение национальных рынков США, России и Индии по показателям объема рынка, волатильности рынка и национальной валюты, а также наличия необходимых инструментов для совершения арбитражных сделок.

Помимо этого был проведен анализ влияния ликвидности активов на построение арбитражных стратегий. Для этого были выбраны активы с различным уровнем ликвидности, построены спреды между ними и рассчитано стандартное отклонение полученных спредов. Результатом стало подтверждение зависимости между ликвидностью инструментов и потенциальной доходностью которую могут генерировать.

Заключительной главой выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- проанализировать полученные стратегии по показателям стационарности спреда, стандартного отклонения спреда и корреляции между активами;
- сравнить российский и зарубежный рынки с точки зрения эффективности построения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга;
- оценить влияние ликвидности на эффективность построения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлось анализ ценных бумаг для выявления спредов между активами или корзинами ценных бумаг с наиболее эффективным соотношением стационарности и стандартного отклонения спреда между активами или корзинами ценных бумаг.

В процессе подготовки выпускной квалификационной работы было изучено большое количество исследований российских и зарубежных ученых в области статистики, эконометрики, а также построения арбитражных стратегий. Были исследованы методы построения стационарных спредов между активами, а также выбраны активы с наилучшим соотношением стационарности и стандартного отклонения спреда. Благодаря вышеперечисленному поставленные задачи были выполнены, а цель – достигнута.

В первой главе работы были рассмотрены предпосылки возникновения арбитражных стратегий. Была определена возможность наличие дисбаланса в ценах на одни и те же или эквивалентные активы на примере закрытых паевых инвестиционных фондов а также акций российских эмитентов на различных площадках. Выводом стало то, что арбитражные стратегии можно назвать безрисковыми только в теории.

Помимо этого в первой главе было определено понятие коинтеграции и стационарности спреда, были проанализированы методы анализа двух или более активов на коинтеграцию, а также приведены примеры спредов с высоким и низким уровнем стационарности.

Во второй главе были рассмотрены и классифицированы существующие стратегии арбитража. Были выделены три основных вида арбитража:

1. Временной арбитраж;
2. Пространственный арбитраж;
3. Межрыночный арбитраж.

Помимо этого была определена классификация стратегий исходя из зависимости активов между собой на чистый арбитраж, который заключается в получении прибыли из дисбаланса цен на эквивалентные активы, а также арбитраж относительной стоимости или статистический арбитраж, который основан на исторической статистической взаимосвязи двух или более активов.

Исходя из классификации арбитражных стратегий было выделено пять основных стратегий, были выбраны активы с наилучшим показателем коинтеграции и построены спреды между ними.


Третья глава выпускной квалификационной работы была посвящена анализу полученных спредов по показателям стационарности спреда, стандартного отклонения спреда и корреляции между активами. Были выявлены спреды с наилучшими показателями, наиболее подходящие для построения арбитражных стратегий, спреды со стандартными показателями, подходящие для построения арбитражных стратегий, а также спреды неподходящие для построения арбитражных стратегий.

Помимо этого в главе было проведено сравнение применения стратегий арбитража, парного трейдинга и баскет трейдинга на развитых и развивающихся рынках на примере рынков США, России и Индии. Было проведено сравнение рынков по показателям капитализации, волатильности рынков, а также наличия финансовых инструментов для осуществления стратегий арбитража.

Заключительным этапом третьей главы стал анализ влияния ликвидности на построение арбитражных стратегий. Анализ был проведен на примере стратегии покупки базиса и показал значительное влияние ликвидности на доходность арбитражных стратегий. Со снижением ликвидности растет доходность арбитражной стратегии, однако низкая ликвидность также может стать препятствием для их реализации.

По итогам работы можно сделать выводы о высокой эффективности анализа ценных бумаг на коинтеграцию для выявления активов для

арбитражных стратегий, а также высокой эффективности построения торговых систем исключительно на основе статистики и эконометрики.

Данная работа была
выполнена лично самостоятельным
28 мая 2021г. 

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Книги, учебники, монографии

1. Айвазян, С. А. Эконометрика - 2: продвинутый курс с приложениями в финансах: Учебник / Айвазян С.А., Фантаццини Д. - М.:Магистр, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 944 с. - ISBN 978-5-9776-0333-1. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/925806>
2. Галанов, В. А. Рынок ценных бумаг : учебник / В. А. Галанов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 414 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012443-8
3. Громыко, Г. Л. Теория статистики : практикум / Г.Л. Громыко. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 238 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005432-2. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/1217740>
4. Дегтярева, О. И. Биржевое дело : учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. / О. И. Дегтярева. — Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2021. — 528 с. - ISBN 978-5-9776-0470-3. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/1192237>
5. Маскаева, А. И. Биржа и биржевое дело : учебное пособие / А. И. Маскаева, Н. Н. Туманова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 118 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006245-7. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/1199935>
6. Чернецов, С. А. Деньги, кредит, банки: учеб. пособие / Чернецов С.А. - М.:Магистр, 2019. - 494 с. - ISBN 978-5-9776-0108-5. - Текст : электронный. - URL: <https://ezpro.fa.ru:3339/catalog/product/929635>
7. Шарп, У. Ф. Инвестиции : учебник / У. Ф. Шарп, Г. Д. Александер, Д. В. Бэйли ; пер. с англ. А. Н. Буренина, А. А. Васина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. - 1028 с. — (Университетский учебник: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016789-3

Авторефераты, диссертации

8. Проскуряков, И.В. Совершенствование торговых моделей арбитража на рынках долговых инструментов и их деривативов: специальность 08.00.10 «Финансы, денежное обращение и кредит»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Проскуряков Иван Михайлович; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. — Москва, 2020 — 172 с — Место защиты: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации.

Периодические издания

9. Андреев В.В. Алгоритм определения коинтеграции финансовых временных рядов // Решетневские чтения. 2016. №20.
10. Володин С.Н., Копырина О.О. Тенденции прибыльности алгоритмической торговли на мировых фондовых рынках // Управление корпоративными финансами. — 2015. — №3. — С.144–156. URL: <https://ezpro.fa.ru:2699/article-9jvh.html>
11. Володин С.Н., Коченков И.А. Влияние ликвидности акций на эффективность перекрестного арбитража // Управление корпоративными финансами. — 2014. — №4. — С.220–227. URL: <https://ezpro.fa.ru:2699/article-zg1n.html>
12. 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
13. Гришина Ольга Алексеевна, Искяндяров Руслан Рушанович Эволюция высокочастотной торговли // Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова. 2018. №2 (98).

14. Коршунов Олег Юрьевич, Кашеева Елена Аркадьевна Целесообразность убыточных арбитражных операций на валютном рынке // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2017. №4.
15. Лещукова И.В. Производные финансовые инструменты - понятие, основные виды // Инновационная наука. 2018. №6.
16. Малахов Сергей Валерьевич Закон единой цены в условиях равновесного разброса цен: арбитраж и оптимизация поиска // JIS. 2016. №1.
17. Мельникова Н.С., Коннова А.В., Логвинова А.С. Проблемы и пути их решения на рынке производных финансовых инструментов в современных условиях // Научный результат. Экономические исследования. 2019. №2.
18. Нагапетян А.Р., Рубинштейн Е.Д., Урумова Ф.М. Развитие современной портфельной теории: деформации ценообразования и арбитраж // Вестник Института экономики РАН. 2015. №3.
19. Новиков А.В., Бурмистров А.В. Использование торговых алгоритмов в адаптируемой интеллектуальной экосистеме // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. №4.
20. Панасенко Егор Николаевич Арбитраж на фьючерсных рынках // Молодой исследователь Дона. 2017. №5 (8).
21. 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/>
22. 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
23. Рубинштейн Евгения Даниэльевна, Нагапетян Артур Рубикович Развитие современной портфельной теории: неявный арбитраж в

контексте идентификации предпосылок возникновения деформаций ценообразования // Теория и практика общественного развития. 2015. №12.

24. Семенкова Елена Вадимовна ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАДИГМЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ // Известия ВУЗов ЭФиУП. 2021. №1 (47).
25. Чернова Наталя Леонідівна, Гур'Янова Лідія Семенівна Анализ пространственно-временной структуры фьючерсной секции рынка металлов // БИ. 2020. №1 (504).
26. Ackert, Lucy F., and Marie D. Racine. "Stochastic Trends and Cointegration in the Market for Equities." Working Paper Series (Federal Reserve Bank of Atlanta), vol. 1998, no. 13, Aug. 1998, p. 1.
27. Avellaneda, Marco, and Jeong-Hyun Lee. "Statistical Arbitrage in the US Equities Market." Quantitative Finance, vol. 10, no. 7, Aug. 2010, pp. 761–782.
28. Bassiouny, Aliaa, and Eskandar Tooma. "Intraday Indirect Arbitrage between European Index ETFs." International Review of Financial Analysis, vol. 75, May 2021, p. N.PAG.
29. Brenner, Robin J., and Kenneth F. Kroner. "Arbitrage, Cointegration, and Testing the Unbiasedness Hypothesis in Financial Markets." Journal of Financial & Quantitative Analysis, vol. 30, no. 1, Mar. 1995, pp. 23–42.
30. Chang, Victor, et al. "Pairs Trading on Different Portfolios Based on Machine Learning." Expert Systems, vol. 38, no. 3, May 2021, pp. 1–25.
31. Chen, Danni, et al. "Pairs Trading in Chinese Commodity Futures Markets: An Adaptive Cointegration Approach." Accounting & Finance, vol. 57, no. 5, Dec. 2017, pp. 1237–1264.
32. Chen, Kexin, et al. "Time-Consistent Mean-Variance Pairs-Trading under Regime-Switching Cointegration." SIAM Journal on Financial Mathematics, edited by Bin Zou, vol. 10, no. 2, Jan. 2019, p. 632.

33. Chen, Shi, et al. "ETF Arbitrage Research on China Financial Markets." *Journal of East China Normal University. Natural Science Edition. Huadong Shifan Daxue Xuebao. Ziran Kexue Ban*, no. 5, Jan. 2013, p. 144
34. Chen, Y., Da, Z. and Huang, D. Arbitrage Trading: The Long and the Short of It / Y. Chen, Z. Da, D. Huang. – *Review of Financial Studies*, 32(4). 2019. – 1608–1646 p
35. Cheng, Xixin, et al. "Basket Trading under Co-Integration with the Logistic Mixture Autoregressive Model." *Quantitative Finance*, vol. 11, no. 9, Sept. 2011, pp. 1407–1419
36. Chiu, Mei Choi, and Hoi Ying Wong. "Dynamic Cointegrated Pairs Trading: Mean-Variance Time-Consistent Strategies." *Journal of Computational and Applied Mathematics*, edited by George Stoica, vol. 290, Jan. 2015, p. 516.
37. Chiu, Mei Choi, and Hoi Ying Wong. "Robust Dynamic Pairs Trading with Cointegration." *Operations Research Letters*, vol. 46, no. 2, Jan. 2018, p. 225.
38. Clegg, Matthew, and Christopher Krauss. "Pairs Trading with Partial Cointegration." *Quantitative Finance*, vol. 18, no. 1, Jan. 2018, pp. 121–138.
39. Dwyer Jr., Gerald P., and Peter Locke. "Index Arbitrage and Nonlinear Dynamics Between the S&P 500 Futures and Cash." *Working Paper Series (Federal Reserve Bank of Atlanta)*, vol. 1995, no. 17, Nov. 1995, pp. 1–41.
40. Eraslan, S. Asymmetric arbitrage trading on offshore and onshore renminbi markets / S. Eraslan. – *Empirical Economics*, 57(5). 2019. – 1653–1675 p.
41. Figuerola, Ferretti, Isabel, et al. "Pairs - trading and Spread Persistence in the European Stock Market." *Journal of Futures Markets*, vol. 38, no. 9, Sept. 2018, pp. 998–1023.
42. Frederick, J., and Michelle Joao. "Arbitrage, Cointegration and Efficiency in Financial Markets in the Presence of Financial Crises." *South African Journal of Economics*, vol. 69, no. 3, Sept. 2001, p. 366.
43. Göncü, A., Akyıldırım, E. Statistical Arbitrage with Pairs Trading / A. Göncü, E. Akyıldırım. – *International Review of Finance*. 2016. – 307–319 p.

44. Huang, Zhe, and Franck Martin. "Pairs Trading Strategies in a Cointegration Framework: Back-Tested on CFD and Optimized by Profit Factor." *Applied Economics*, vol. 51, no. 22
45. Huck, Nicolas, and Komivi Afawubo. "Pairs Trading and Selection Methods: Is Cointegration Superior?" *Applied Economics*, vol. 47, no. 6, Feb. 2015, pp. 599–613.
46. Huck, Nicolas. "Pairs Trading: Does Volatility Timing Matter?" *Applied Economics*, vol. 47, no. 57, Dec. 2015, pp. 6239–6256.
47. Jaśko, Przemysław. "Statistical Arbitrage: A Critical View." *Argumenta Oeconomica Cracoviensia*, no. 15, July 2016, pp. 75–89.
48. Krauss, Christopher. "Statistical Arbitrage Pairs Trading Strategies: Review and Outlook." *Journal of Economic Surveys*, vol. 31, no. 2, Apr. 2017, pp. 513–545.
49. Lamont O. A., Thaler R. H. *Anomalies: The law of one price in financial markets //Journal of Economic Perspectives*. – 2003. – T. 17. – № 4. – С. 191-202.
50. Lépinette, E., Molchanov, I. Risk arbitrage and hedging to acceptability under transaction costs / E. Lépinette, I. Molchanov. – *Finance & Stochastics*, 25(1). 2021. – 101–132 p.
51. Liu, Bo, et al. "Intraday Pairs Trading Strategies on High Frequency Data: The Case of Oil Companies." *Quantitative Finance*, vol. 17, no. 1, Jan. 2017, pp. 87–100.
52. Low, Aaron H. W., and Jayaram Muthuswamy. "Arbitrage, Cointegration, and the Joint Dynamics of Prices across Discrete Commodity Futures Auctions." *Journal of Futures Markets*, vol. 19, no. 7, Oct. 1999, pp. 799–815.
53. Lu, Renjie, et al. "Sparse Vector Error Correction Models with Application to Cointegration-Based Trading." *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, vol. 62, no. 3, Jan. 2020, p. 297.
54. Mikkelsen, Andreas. "Pairs Trading: The Case of Norwegian Seafood Companies." *Applied Economics*, vol. 50, no. 3, Jan. 2018, pp. 303–318.

55. Nishi, Hirofumi. Market Efficiency, Arbitrage and the NYMEX Crude Oil Futures Market. 2016.
56. Rad, Hossein, et al. “The Profitability of Pairs Trading Strategies: Distance, Cointegration and Copula Methods.” *Quantitative Finance*, vol. 16, no. 10, Oct. 2016, pp. 1541–1558.
57. Yu, Philip L. H., and Renjie Lu. “Cointegrated Market-Neutral Strategy for Basket Trading.” *International Review of Economics & Finance*, vol. 49, May 2017, pp. 112–124.

Электронные ресурсы

58. Всемирный банк : официальный сайт. – 2021. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (Дата обращения 05.04.2021). – Текст : электронный.
59. Московская биржа : официальный сайт. – 2021. – URL: <https://www.moex.com> (Дата обращения 10.01.2021). – Текст : электронный.
60. Etf.com : информационный портал. – 2021. – URL: <https://www.etf.com> (Дата обращения 15.03.2021). – Текст : электронный.
61. TradingView : платформа технического анализа. – 2021. – URL: <https://www.tradingview.com> (Дата обращения 05.02.2021). – Текст : электронный.