Асатуров Константин Гарриевич. Межвременной систематический риск: определение детерминант и портфельная оптимизация: диссертация ... кандидата Экономических наук: 08.00.10 / Асатуров Константин Гарриевич;[Место защиты: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»], 2018.- 170 с.

**Содержание к диссертации**

Введение

**Глава 1 Динамические бета российских компаний 13**

1.1 Существующие методы оценки и прогноза динамических бета 13

1.2 Поставленные гипотезы и используемые данные 17

1.3 Динамические модели систематического риска 20

1.3.1 Классическая регрессионная рыночная модель 21

1.3.2 Фильтр Калмана 22

1.3.3 Многомерные GARCH модели 24

1.3.4 Полупараметрическая регрессия 29

1.3.5 Модель с Марковскими переключениями 31

1.3.6 Выбор наилучшей модели 33

1.4 Динамические модели систематического риска применительно к акциям российского фондового рынка 34

1.5 Анализ бета российских акций и тестирование их стационарности 39

1.6 Основные выводы первой главы 48

**Глава 2 Детерминанты систематического риска: анализ на основе российского фондового рынка 50**

2.1 Анализ факторов систематического риска в существующей литературе 50

2.2 Поставленные гипотезы и используемые данные 57

2.3 Методология определения факторов систематического риска 70

2.3.1 Оценка динамических бета 70

2.3.2 Нахождение детерминант показателя бета 73

2.4 Результаты оценки детерминантов российского фондового рынка 74

2.5 Основные выводы второй главы 92

**Глава 3 Оптимизация инвестиционного портфеля с декомпозицией риска 94**

3.1 Оптимизация портфеля в литературе 95

3.2 Поставленные гипотезы и используемые данные 98

3.3 Построение инвестиционных портфелей на основе динамических моделей систематического риска 101

3.3.1 Построение портфеля по Марковицу с короткими позициями 102

3.3.2 Построение портфеля с декомпозицией риска 109

3.3.3 Построение бета-нейтрального портфеля 112

3.4 Выбор наилучшей модели для каждого актива 113

3.5 Анализ результатов бета-нейтральных портфелей 115

3.6 Анализ сформированных портфелей с декомпозицией риска 117

3.7 Сравнение портфелей с декомпозиций риска и портфеля, минимизирующего общий риск 126

3.8 Основные выводы третьей главы 131

Заключение 133

Список литературы 139

Список таблиц 151

Список иллюстраций 154

Приложение A. Дополнительная статистика по анализируемым данным и используемым моделям 155

* [Многомерные GARCH модели](http://www.dslib.net/finansy/mezhvremennoj-sistematicheskij-risk-opredelenie-determinant-i-portfelnaja.html#7723331)
* [Результаты оценки детерминантов российского фондового рынка](http://www.dslib.net/finansy/mezhvremennoj-sistematicheskij-risk-opredelenie-determinant-i-portfelnaja.html#7723332)
* [Построение портфеля по Марковицу с короткими позициями](http://www.dslib.net/finansy/mezhvremennoj-sistematicheskij-risk-opredelenie-determinant-i-portfelnaja.html#7723333)
* [Анализ сформированных портфелей с декомпозицией риска](http://www.dslib.net/finansy/mezhvremennoj-sistematicheskij-risk-opredelenie-determinant-i-portfelnaja.html#7723334)

## Многомерные GARCH модели

Показанная ниже методология основана на модели DCC-GARCH (Dynamic Conditional Correlation - Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), предложенной Энглом [Engle, 2002], и модели ADCC-GARCH (Asymmetric Dynamic Conditional Correlation - Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), которая была предложена Капиелло и соавторами [Capiello et al, 2006]. В работе оценивается стандартная DCC-GARCH и две ее модификации, учитывающие асимметрию в условной волатильности - модель DCC-GJR-GARCH и модель ADCC-GJR-GARCH. Последняя также учитывает асимметрию и в условной корреляции.

Все три модели, а именно: модель динамической условной корреляции (DCC-GARCH), модель динамической условной корреляции с учетом асимметрии в уравнениях условной волатильности (DCC-GJR-GARCH) и асимметричная модель динамической условной корреляции с учетом асимметрии в уравнениях условной волатильности (ADCC-GJR-GARCH) применяются для оценивания динамических бета российских отраслевых индексов и акций. Модель ADCC-GJR-GARCH по своей структуре должна обеспечивать наиболее точные оценки, однако введение дополнительных переменных, учитывающих асимметрию в уравнениях условной корреляции и волатильностей, уменьшает точность прогноза, что является существенным минусом.

Используются двумерные варианты предложенных моделей, т.е. предложенные модели строятся отдельно для каждой пары рыночный портфель-актив. Рассмотрим двумерную модель для некого актива і и рыночного портфеля т. Доходности активов и рыночного портфеля моделируются как: R,., = //, + slt, Rmt =ит+ e„,t, etpt-1 #(0, H t) (8) где//,.и jum- это константы или средние доходности (mean returns) актива і и рыночного портфеля соответственно; , и Ет - это остатки в уравнение доходности актива і и рыночного портфеля соответственно в момент времени t; D.t1 - это вся доступная информация к моменту времени t-1; Ht- это вариационно-ковариационная матрица остатков.

Вид уравнения для доходностей акций и рыночного портфеля определяется тем, что он позволяет впоследствии корректно оценить динамические бета (как отношение условной ковариации анализируемого актива и рыночного портфеля к дисперсии рыночного портфеля). Так, он наиболее часто встречается в типичных работах [Mergner, Bulla, 2008; Choudhry, Wu, 2008].

Ковариационно-вариационная матрица Ht в моделях DCC и ADCC выглядит следующим образом

Условия, налагаемые на параметры щ и со2, гарантируют положительную определенность корреляционной матрицы и обеспечивают такую ее структуру, при которой однонаправленные колебания доходности актива и рыночного портфеля усиливают корреляцию.

Параметр со3 отражает асимметрию в условной корреляции и его значимость означает, что этот эффект наблюдается между активом и рыночным портфелем. Условия для параметров а 1, х 2 и оо3 гарантируют положительную определенность ковариационной матрицы Qtв модели ADCC.

Кроме отличий моделей в оценивании условных корреляций, также различным образом рассчитываются условные волатильности hltи hmt из матрицы Dt. Для оценки условных волатильностей использованы две спецификации. Первая - это простая (simple) GARCH модель [Bollerslev, 1986]

Аналогичным образом, три представленные модели GARCH были оценены и для остатков с распределением Стьюдента. Таким образом, на основе GARCH моделей получено шесть оценок бета коэффициентов для каждого актива: три для нормального распределения и три для распределения Стьюдента.

## Результаты оценки детерминантов российского фондового рынка

В таблице 11 представлена описательная статистика бета проанализированных российских индексов. Видно, что бета для каждого индекса сильно колеблется и имеет довольно высокое стандартно отклонение. Среднее стандартное отклонение бета индексов составляет 0.33, а сами значения варьируются от 0.68 до 3.5.

Как видно из таблицы 13, корреляция между бета различных секторов на довольно высоком уровне. Показатель корреляции разнится от 23% до 98%, а его среднее значение составляет 57% по всем парам. Отметим сильную связь бета энергетического сектора с бета финансового и телекоммуникационного секторов (80% и 65% соответственно). А систематических риск сектора материлов, напротив, показывает слабую взаимосвязь с аналогичным показателем у секторов электроэнергетики, телекоммуникаций и потребительских товаров массового потребления (23%, 31% и 34% соответственно).

В таблице 14 показаны результаты регрессий бета каждого из рассматриваемых секторов и общего индекса в отдельности. Так как в первоначальных моделях наблюдалась автокорреляция, была применена процедура Кохрейн-Оркатта.

Исходя из результатов, видно, что все регрессии, кроме модели для электроэнергетического и потребительского секторов, значимы при 5% уровне значимости. Далее анализируются результаты только значимых регрессий. Скорректированный R2 варьируется от 18% до 25%, что согласуется с результатами предыдущих работ. Так, Верма и Сойдемир [Verma, Soydemir, 2006] обнаружили, что локальные и глобальные факторы объясняют не более 45% изменений страновых рисках для 4 латиноамериканских стран. При этом наибольшее значение показателя модель демонстрирует для финансового сектора (25.1%) и сектора материалов (25%).

Отметим, что из локальных факторов показатель темпа роста денежной массы M1 оказался значимым фактором для бета всех секторов, а индикатор, отражающий динамику промышленного производства, - для всех, кроме финансового сектора и сектора материалов. Инфляции значима только для модели сводного российского индекса и секторов энергетики и телекоммуникаций, процентная ставка – только для сектора материалов, а локальная валюта - только для сектора телекоммуникаций.

Как видно из таблицы, знак коэффициента при темпе роста денежной массы отрицательный для всех значимых моделей, что говорит о том, что ускорение темпа роста негативно влияет на бета. Это может объясняться тем, что ускорение темпа роста денежной массы рассматривается инвесторами как индикатор усиления экономики или увеличения экономического роста. Также отметим, что рост темпа предложения денег может быть следствием снижения процентных ставок, что снижает кредитный риск эмитентов страны. Этот результат согласуется с выводами работы Верма и Сойдемира [Verma, Soydemir, 2006], которые обнаружили негативную связь странового риска и темпа роста предложения M1 для четырех латиноамериканских стран.

Знак коэффициента при изменении индекса промышленного производства различается: для общего индекса и сектора энергетики – он отрицательный, а для сектора телекоммуникаций - положителен. Отрицательный знак соответствует предположению о том, что увеличение индекса промышленного производства должно приводить к снижению систематического риска. Отметим, что в прошлых работах [Verma, Soydemir, 2006; Marshall et al., 2009] этот параметр оказался незначим.

Положительный знак при показателе инфляции согласуется с гипотезой о том, что ее рост увеличивает систематический риск страны или конкретного сектора. Результат соответствует выводам ряда предыдущих исследований [Patro et al., 2002; Marshall et al., 2009], но противоречит заключениям статьи Абеля и Крюгера [Abell, Krueger, 1989]. Знак коэффициента у валютного курса в регрессии бета для телекоммуникационного сектора также положителен, что означает, что ослабление курса увеличивает ее бета. Данный вывод также подтверждает результаты прошлых трудов [Gangemi et al., 2000; Verma, Soydemir, 2006; Marshall et al., 2009]. Отметим, что ослабление курса негативно и для сектора телекоммуникаций в целом, как не экспортной отрасли России. В случае секторов материалов и энергетики, где и присутствует обратный эффект от курса валюты, так как обе отрасли выигрывают от девальвации рубля, курс валюты оказался незначимым.

В модели для сектора материалов знак при коэффициенте процентной ставки отрицателен, а значит, увеличение процентной ставки снижает систематический риск этого индекса. Результат может объясняться тем, что рост процентной ставки (следствие повышение ключевой ставки) снижает ожидаемую инфляцию, а также стимулирует carry trade и, как следствие, приводит к укреплению рубля. Оба указанных последствия снижают систематический риск страны в целом. Этот результат подтверждает выводы предшествующих исследований для ряда развивающихся стран [Teles, Andrade, 2008] и для США [Abell, Krueger, 1989], но противоречит результатам работы Маршалла и соавторов [Marshall et al., 2009].

Среди глобальных факторов долларовая процентная ставка значима во всех построенных регрессиях, индекс доллара – для секторов материалов, финансов и телекоммуникаций, а долларовая инфляция – только для секторов материалов и телекоммуникаций.

Отметим отрицательный знак коэффициентов долларовой процентной ставки и потребительской инфляции США, а также положительный знак коэффициента долларового индекса. Эти результаты подтверждают выводы, сделанные в прошлых исследованиях [Verma, Soydemir, 2006; Fearson, Harvey, 1994] о влиянии этих показателей на систематический риск вложений в зарубежные активы.

Из общих секторальных факторов значимым показателем оказалась только дивидендная доходность и только для секторов материалов и финансов. Знак при коэффициенте в обоих моделях отрицательный. Это подтверждает гипотезу о том, что чем выше дивидендная доходность, тем систематический риск сектора ниже, так как доходность бумаг с высоким уровнем дивидендов меньше зависят от общего состояния экономики в отличие от доходности акций роста (growth stocks). Специальные секторальные факторы оказались абсолютно незначимы для анализируемых моделей. В целом можно заключить, что гипотеза H4 о наличии влияния глобальных, локальных и секторальных факторов на бета частично подтверждается, так как регрессии для секторов электроэнергетики и потребительских товаров оказались в итоге незначимы.

Для проверки гипотезы H5 о силе влияния локальных и глобальных факторов те же регрессии были построены еще в двух вариантах: без учета глобальных переменных в первом случае и без учета локальных переменных во втором. В их случаях тоже наблюдалась автокорреляция, поэтому была применена процедура Кохрейн-Оркатта.

В таблице 15 представлены результаты регрессий общего и секторальных индексов без включения глобальных факторов. Хотя регрессия для сектора электроэнергетики по-прежнему незначима в целом, модель для потребительского сектора стала значимой при 10% уровне значимости. Исходя из результатов, показанных в таблице, скорректированный R2 не сильно снизился без глобальных факторов. Среди изменений по локальным факторам отметим, что локальная процентная ставка перестала быть значимым фактором для сектора материалов. Влияние всех остальных факторов для других секторов осталось неизменных, что касается значимости и знака коэффициентов.

В таблице 16 показаны результаты регрессий общего и секторальных индексов без включения локальных переменных. Заметим, что если в первоначальном варианте (таблица 14) 5 из 7 регрессий было значимо, то без локальных факторов значимы только две модели, а именно для финансового сектора и сектора материалов.

## Построение портфеля по Марковицу с короткими позициями

Сначала рассмотрим стандартную задачу оптимизации портфеля, описанную еще Марковицем в 1952 году [Markowitz, 1952], однако будем использовать избыточную ожидаемую доходность. В рамках задачи инвестор оптимизирует следующую функцию полезности для определения весов n активов в своем портфеле

В своей работе Марковиц рассматривал портфель, состоящий сугубо из длинных позиций и без возможности инвестирования с привлечением заемных средств. Таким образом, обычно в таких задачах накладываются следующие ограничения на веса активов

Однако, для построения бета-нейтрального портфеля и расширения возможностей инвестора открытие коротких позиций необходимо. Построение портфеля с возможностью открытия коротких позиций в данной работе базируется на задаче, описанной в статье Якобса и соавторов [Jacobs et al, 2005]. Сначала разделим веса в портфеле на веса длинных и коротких позиций: wL = [wf,..., wLn ], ws = [wf,..., wsn ]

Таким образом, чистая позиция в каждом активе определяется как (wL-ws). Такое разделение весов нужно для упрощения задачи оптимизации, описанной ниже. А именно это позволяет сохранить ограничения на веса активов в виде линейных уравнений.

На австралийском рынке для открытия короткой позиции каждый брокер предлагает свой набор возможных инструментов и свою маржу для каждого актива. Для выбранных в рамках работы 10 акций возможно открытие короткой позиции почти у каждого брокера. Что касается маржи, требуемом при открытии как длинных, так и коротких позиций, то зададим ее на уровне 50%. В большинстве случаев брокер требует меньше, но установив маржу на таком высоком уровне, характеристики портфеля, показанные ниже, не будут искусственно улучшены. Так, установим следующие ограничения на веса активов в портфеле

Сумма весов, равная двум, отражает 50% уровень маржи. Таким образом, можно 100% портфеля инвестировать в некий актив к, а также взять заемные средства в размере еще 100% портфеля для инвестирования в этот же актив. Таким образом, собственные средства инвестора составят 50% от суммы позиции в активе к.

Отметим, что если бы мы не делили веса на длинные и короткие позиции, то пришлось бы вводить модули в ограничение на сумму весов. А это привело бы к усложнению задачи оптимизации в виду наличия нелинейных ограничений.

Первый компонент уравнения выше отражает открытые длинные позиции, а второй - открытые короткие позиции. Отметим, что в работе Якобса с коллегами [Jacobs et al, 2005] учитывается еще третий компонент, который отражает начисление процентов брокером на ту сумму коротких позиций, которую инвестор не может инвестировать в другие активы, так как она используется в качестве маржи. Однако, на практике почти ни один брокер не делает этого, к тому же эта сумма настолько незначительна, что можно ею пренебречь. В виду того, что этот компонент только увеличивал бы доходность портфеля, то в работе он не рассматривается, чтобы избежать завышения результатов моделируемого портфеля.

Для получения более реалистичного результата были добавлены линейные транзакционные издержки, которые являются комиссией брокера за совершение сделки. Акции, добавленных нами компаний, являются высоколиквидными и не предполагают наличие издержек, связанных с низкой ликвидностью или широкими спредами. Так, с транзакционными издержками уравнение избыточной доходности портфеля выглядит следующим образом где параметр к - это комиссия, которая выплачивается от совершения каждой сделки. Она была принята на уровне 0,3% от суммы каждой сделки. Данный уровень соответствует тем комиссиям, которые предлагают брокеры на австралийской бирже. Таким образом, на сумму изменения чистой позиции (разницы длинной и короткой позиции) в каждом активе начисляется комиссия, которая снижает уровень доходности за период t.

Таким образом, прогнозируемая на шаг вперед Я,+1 и является матрицей см. Последняя использовалась для получения прогноза матрицы с (уравнение 54).

Портфели, построенные исходя из указанной выше задачи, используются для сравнения с портфелями с декомпозицией риска.

## Анализ сформированных портфелей с декомпозицией риска

Затем были сформированы портфели с декомпозицией риска с возможностью контролировать как систематический, так и специфический риск. В зависимости от желания инвестора придерживаться большей бета-нейтральности определяется коэффициент непринятия систематического риска (Я2), и при этом остается возможность определить степень непринятия остаточного риска (Д,). Таким образом, инвестор выбирает, насколько его портфель чувствителен к рынку и сколько он несет в себе специфических рисков.

В таблице 21 показана фактическая доходность портфелей с декомпозицией риска. Для этих портфелей риск разделяется на систематический, выраженный бетой, и специфический риск, который отражается в показателе остаточного риска. Таким образом, доходности этих портфелей изменяются в зависимости от коэффициента непринятия систематического рисками коэффициента неприятия остаточного рискав .

Как показано в таблице, инвестор может через оба показателя управлять доходностью портфеля. Хотя сравнение с рыночным индексом не совсем корректно, так как используются стратегии с возможностью открывать как длинные, так и короткие позиции, отметим, что при низком уровне неприятия обоих рисков портфель может принести существенную доходность и заметно превзойти доходность рыночного индекса и безрисковую доходность.

На рисунке 17 графически показана кумулятивная доходность некоторых портфелей с декомпозицией риска и австралийского рыночного индекса ASX.

Исходя из графика видно, что наиболее агрессивная стратегия (с наименьшими значениями коэффициентов неприятия) начала превосходить рынок по доходности с ноября 2014 года, а чуть менее агрессивная – с июля 2015 года. Наиболее консервативная стратегия (с наибольшими значениями коэффициентов неприятия) оказалась хуже рынка по итогам периода.

В таблице 22 указаны показатели средней недельной доходности и CAPM альфа портфелей с декомпозицией риска.

Видно, что оба показателя сокращаются как с увеличением коэффициента неприятия систематического, так и специфического рисков. Отметим, что портфели с низкими значениями обоих коэффициентов приносят довольно высокую альфа, что и позволило им значительно опередить рынок по доходности за рассматриваемый период.

В таблице 23 представлены показатели стандартного отклонения, недельный VaR (Value-at-Risk) и максимальной просадки портфелей с декомпозицией риска. Отметим, что стандартное отклонение рыночного портфеля за период составило 1.8%.

Показатели стандартного отклонения и VaR сокращаются вместе с увеличением коэффициентов неприятия систематического и специфических рисков, что говорит о том, что контролировать риск можно через оба параметра. Для показателя максимальной просадки эта же закономерность работает для коэффициента неприятия систематического риска, однако для коэффициента остаточного риска этого утверждать нельзя: последняя строка явно выбивается их этой последовательности.

Чтобы понять, как именно распределен риск при обоих подходах, были рассчитаны CAPM бета, систематический и специфические риски портфелей (таблица 24). Систематический риск был рассчитан как стандартное отклонение рыночного портфеля, умноженное на бета. Специфический риск был подсчитан как стандартное отклонение остатков в модели CAPM.

Как показано в таблице 23, бета и систематический риск портфелей сокращается с коэффициентом неприятия систематического риска, однако практически не зависит от коэффициента неприятия остаточного риска, что и отражают суть этих параметров. Что касается специфического риска, отметим, что в целом он сокращается от роста обоих параметров.

В таблице 25 представлены коэффициенты асимметрии и экцесса для портфелей с декомпозицией риска. Коэффициент асимметрии показывает вероятность получения доходности выше или ниже средней (положительное и большее значение говорит о большей вероятности получения доходности выше средней и наоборот), а коэффициент эксцесса отражает вероятность получения средней доходности (чем выше, тем больше вероятность получения доходности близкой к средней). Отметим, что у нормального распределения асимметрия и эксцесс равны нулю.