

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

Ацканов Исуф Алимович

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТИЛИЗОВАННЫХ  
ПОРТФЕЛЕЙ АКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОПУЛ**

**РЕЗЮМЕ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук НИУ ВШЭ

Научный руководитель:  
Профессор, доктор экономических наук  
Теплова Тамара Викторовна

JEL: C14, C15, C58, G11,  
G23.

Москва – 2018

# 1. Общая характеристика работы

## *Актуальность темы исследования*

Исследование основных стилей инвестирования на рынке акций, а так же инструментов оптимизации инвестиционного портфеля при заданных ограничениях на структуру портфеля, которые могут определяться регулированием с учетом специфик Российской Федерации, позволяет увеличить степень разработанности теории портфеля и получить с ее помощью ответы на актуальные вопросы в сфере управления активами. Стили инвестирования подразумевают разделение активов на группы по каким-либо критериям. Критериями могут выступать финансовые показатели компаний (например, отношение рыночной капитализации компании к ее прибыли), статистические показатели доходности акций (например, низкая волатильность) и др. Таким образом, стилизованные портфели включают в себя акции, обладающие конкретной характеристикой, позволяющей выделить их в группу по конкретному стилю. Помимо характеристики стиля портфель также оптимизируется с точки зрения совместного риска активов. Учет одновременно и риска и характеристик стиля инвестирования позволяет оперировать понятием стилизованной оптимизации инвестиционного портфеля.

Работа рассматривает проблему стилизованной оптимизации портфеля на примере ОПИФов акций, что, с одной стороны, позволяет приблизить решение к реальности, так как на ПИФы накладываются определенные регулятивные ограничения, а с другой стороны предлагает решение проблемы в рамках одной из самых распространенных и прозрачных форм коллективных инвестиций в РФ. По данным СРО «Национальная Лига Управляющих» на июнь 2017 в РФ зарегистрировано около 100 ОПИФов акций с общей стоимостью чистых активов около 33 миллиардов рублей.

Инвестирование в рамках конкретного стиля – один из логичных шагов на пути развития фондового рынка в РФ. На развитых рынках, таких как США или Великобритания инвестирование по стилю уже достаточно широко распространено. Одним из показателей этого является широкая линейка фондов, в том числе и ETF, средства которых размещаются в рамках конкретного стиля инвестирования (акции роста, стоимости, моментум, дивиденды и так далее). Таким образом, решение проблемы оптимизации инвестиционного портфеля в рамках конкретных стилей инвестирования имеет в первую очередь прикладное значение, так как в случае применения в специализированных ПИФах позволит диверсифицировать линейку

доступных инструментов инвестирования, а следовательно, и повысить привлекательность ПИФов как более гибкого инструмента. С другой стороны, применение конкретного стиля инвестирования в рамках управления ПИФов добавит прозрачности в отношении ожидаемых действий управляющего, что так же повысит его привлекательность в сравнении с ПИФаами без конкретной прозрачной стратегии.

В настоящий момент ПИФы могут приобрести дополнительную популярность не только за счет появления Индивидуальных Инвестиционных Счетов (ИИС), предлагающих инвесторам налоговые льготы, но еще и за счет снижения ставок по банковским депозитам и вкладам, являющимся основной и наиболее предпочитаемой альтернативой ПИФам. Снижение ставок может вызвать переток денежных средств из банковских депозитов на фондовый рынок. В свете этого важно отметить необходимость роста компетенций в сфере управления активами, и результаты данного исследования могут стать одним из ключевых дополнений в инструментарий трейдеров, управляющих активами и риск-менеджеров как частных, так и профессиональных. Применение рассматриваемых в данном исследовании процедур оптимизации стилизованных инвестиционных портфелей в рамках управления ОПИФом акций позволит сделать более гибкие в отношении предпочтений инвесторов инвестиционные продукты, а значит, и обеспечить дополнительное конкурентное преимущество ПИФов в отношении других вариантов финансовых вложений. На рисунке ниже приводится график изменения стоимости чистых активов в ПИФах с 2012 года по данным [investfunds.ru](http://investfunds.ru).



Рисунок 1 Изменение стоимости чистых активов паевых инвестиционных фондов в РФ с 2012 года

Если говорить об актуальности исследования с академической точки зрения, уместно отметить несколько моментов. Первое – это проблема оптимизации инвестиционного портфеля, которая была решена в общем виде в рамках двух моментов – Markowitz (1952). В данной работе предлагалось составлять инвестиционные портфели с определенной ожидаемой доходностью при заданном уровне риска (и наоборот). Вопрос относительно конкретных методов оценки при этом вынесен за рамки работы. Наиболее известное решение этого вопроса предложено Sharpe (1978) и заключается в использовании статистических показателей доходности активов, составляющих портфель, в частности ковариации активов и математическом ожидании доходности. Такой вариант оптимизации портфеля довольно часто обозначается в литературе как портфель Марковица. Отдельные работы показали преимущество такого подхода перед наивным подходом, который составляет портфель акций с равными весами (Bernartzi & Thaler (2001), DeMiguel et al. (2009) и Windcliff & Boyle (2004)). Ряд исследователей (Haugen & Baker (1996), Pástor & Stambaugh (2000), Chou et al. (2006) среди прочих) поднял вопрос применимости других характеристик акций/эмитентов, не основанных на изменении цен активов, (например, рыночная капитализация, различные мультипликаторы, моментум) сопоставляя их с традиционным подходом оптимизации на основе статистических показателей. Между тем, в большинстве из них нет конкретной методики, которая бы связывала веса в портфеле с конкретными характеристиками акций. Решение данного вопроса появилось несколько позже в работах Brandt et al (2009), Hjalmarsson & Manchev (2012), Flieberg et al. (2016), Fletcher (2017). В то время как эти работы достаточно близки идейно данному исследованию, имеет смысл выделить его преимущества в сравнении с предшественниками. Во-первых, хотя данные исследователи предложили свои подходы к построению портфеля, веса активов в котором зависели бы от характеристик компаний/акции, учет риска отдельного активов произведен только в Flieberg et al. (2016), Fletcher (2017). В то же время, последние исследуют только риск каждого актива в отдельности, не принимая во внимание возможное наличие взаимосвязи между разными активами, что может привести к серьезным недочетам при оценке риска всего портфеля. Данное исследование оценивает совместный риск активов, а не только отдельный риск каждого актива, позволяя, таким образом, точнее оценивать риск портфеля и соответствующим образом его оптимизировать. Для оценки совместного риска используются копулы. Копулы, по сути, являются функциями совместного распределения случайных величин,

которыми в случае данного исследования выступают доходности акций. Использование копул обосновано целым рядом преимуществ. Во-первых, копулы не накладывают никаких ограничений на распределение случайных величин, что важно при анализе доходностей активов. Во-вторых, копулы позволяют среди прочего так же найти нелинейную взаимосвязь, что выгодно выделяет их на фоне линейных моделей. Это дает возможность более качественной оценки совместного риска активов и, как следствие, более тщательной оптимизации. В-третьих, при использовании так называемых Vine-копул (или конструкций парных копул - КПК) значительно упрощается моделирование совместного распределения для большого количества случайных величин. Важно отметить, что решение задач данного исследования приводится на примере одной модели копулы – обратной копулы Гумбеля. Другие модели упоминаются в тексте, но не рассматриваются детально, так как основной фокус исследования заключается именно в стилизованной оптимизации инвестиционного портфеля. Вопрос сравнения различных копул оставлен за рамками исследования.

Ранее упомянутые исследования не рассматривают оптимизацию портфеля в рамках какого-либо стиля, а лишь исследуют набор характеристик, приглянувшихся авторам. В свете этого разумным представляется несколько более систематичный подход, который бы отражал конкретную характеристику (или набор характеристик) акций, соответствующую определенному стилю инвестирования, и выстраивал инвестиционный портфель, веса которого зависят от этой характеристики – по сути, стилизованный портфель акций, то есть, инвестиционный портфель, оптимально соответствующий конкретному инвестиционному стилю. Понятие оптимальности в данном случае будет расписано позднее. В данном исследовании рассматриваются следующие стили – акции стоимости, роста, рентабельности, моментум и акции с высокими дивидендами.

Второй момент актуальности исследования с академической точки зрения заключается в основном инструменте исследования – копулах. Актуальность применения копул в отношении оптимизации инвестиционного портфеля можно обосновать с одной стороны большим количеством новых работ, предлагающих различные модификации копул, а с другой стороны все еще продолжающимися исследованиями на тему его применений в различных областях, включая финансы. Наличие большого количества современных исследований в области финансов с применением копул можно обосновать

рядом причин. Во-первых, как показал ряд исследований (Erb et al. (1994), Longin и Solnik (2001), Ang и Bekaert (2002), Ang и Chen (2002), Bae et al. (2003)) временные ряды, отображающие изменение цен активов в общем случае не распределены эллиптически, что ограничивает применимость некоторых альтернативных моделей. В тоже время, в случае копул никаких требований к исходному распределению данных не выдвигается, что делает их гораздо более гибкими. Во-вторых, копулы позволяют отслеживать нелинейную взаимосвязь временных рядов, что значительно увеличивает их объясняющую силу в сравнении с линейными моделями (Patton(2006), Patton(2012), Creal et al. (2013)). Кроме того, копулы переносят вопрос взаимосвязи доходностей активов в область теории вероятности, что позволяет оперировать такими понятиями как Value-at-Risk, который широко применяется при оценке риска инвестиционного портфеля (Kakouris & Rustem (2014)). Другой важный аспект данного исследования это построением многомерной копулы с использованием конструкции на основе парных копул (КПК). Такой подход использовался в ряде работ, в том числе Joe (1996), Bedford & Cooke (2001, 2002) и Kurowicka & Cooke (2006), Пеникас (2014), Травкин (2013) и другие. КПК существенно упрощают расчеты при построении многомерной копулы.

#### *Объект и предмет исследования*

В качестве объекта исследования выступают акции и депозитарные расписки эмитентов, преимущественно оперирующих в РФ, а так же стилизованные инвестиционные портфели, составляемыми из них в рамках ограничений, накладываемых на открытые ПИФы акций.

Предметом исследования является оптимизация стилизованного инвестиционного портфеля при заданных ограничениях, а так же применение копул для этих целей. При этом копулы используются для оценки совместного риска активов.

#### *Цель и задачи исследования*

Основная цель исследования состоит в решении проблемы стилизованной оптимизации с разработкой соответствующей процедуры и целевых функций, а так же оценка целесообразности использования для этого копул. При этом оптимизация основывается на характеристиках акций, которые отражают каждый конкретный стиль. В данном случае под оптимизацией понимается максимизация соотношения характеристики стиля (которую, если проводить неформальную аналогию с теорией портфеля Марковца,

можно интерпретироваться как прокси ожидаемой доходности) и оценки риска портфеля.

Основные задачи исследования:

- Составить рейтинги акций по критериям, определяющим стили инвестирования
- Смоделировать целевые функции, учитывающие риск и соответствие акций конкретному стилю, для стилизованной оптимизации портфелей акций
- Доказать целесообразность применения копул для оптимизации инвестиционных портфелей
- Обосновать преимущества разработанной процедуры в сравнении с рынком и показать уместность применения копул, используя различные коэффициенты оценки риска и доходности построенных портфелей.
- Доказать преимущество использования копул при оптимизации портфеля в сравнении с более традиционным подходом оптимизации (портфель Марковица).
- Представить результаты и сравнительный анализ стилизованных портфелей акций отечественных эмитентов, а так же обосновать практичность применения данных методов.

#### *Гипотезы исследования*

В рамках данной работы проверяется ряд гипотез:

**Н1:** Гипотеза преимущества стилизованной оптимизации портфеля перед наивным подходом построения портфеля с равными весами для каждого из рассматриваемых стилей – стоимость, рост, рентабельность, моментум, дивиденды

**Н2:** Гипотеза преимущества стилизованной оптимизации портфеля перед рынком, в качестве прокси которого выступает фондовый индекс.

**НЗ:** Гипотеза преимущества использования копулы для оценки совместного риска активов при стилизованной оптимизации портфеля перед более традиционным подходом, использующим ковариацию (портфель Марковица).

*Степень проработанности проблемы.*

Проблема данного исследования поставлена, по сути, на стыке трех направлений – теория портфеля, применение копул в финансах и стили инвестирования. По отдельности каждое из направлений проработано в достаточной мере, о чем говорит количество и качество соответствующей литературы.

Копулы были предложены Sklar (1959) еще в прошлом веке, но основные исследования по части применения копул в финансах стали появляться намного позже – после 2000г. Работа Sklar(1959) не предполагала возможность изменения структуры совместного распределения с течением времени. Между тем ряд исследовательских работ в области финансов показал, что параметры совместного распределения могут меняться со временем, в том числе и при наступлении каких-то значимых событий. Так, Embrechts и Dias (2004) показали непостоянность параметра совместного распределения (копулы) для доходностей валютных пар; Hu (2008) и Ning (2009) сравнили между собой статическую и динамическую копулы на примере нескольких национальных фондовых индексов. Хотя статические копулы более просты в вычислениях и даже могут иметь большую объясняющую силу, чем динамические, на отдельных периодах времени, исследователи приходят к выводу, что динамические копулы предлагают большую гибкость к изменениям условий, что достаточно важно в сфере финансов. Большинство современных работ использующих копулы для оценки взаимосвязи активов или риска портфеля предполагают использование динамической копулы (Ning(2009), Hu(2008), Patton(2013), Deng et al(2011), Bai & Sun(2007)). Первая наиболее значимая работа, в которой была сделана попытка преобразовать статическую копулу в динамическую принадлежит Patton (2006). В ней же показаны структурные сдвиги в уровне взаимосвязи между валютными парами в момент введения евро, которые позволила отследить условная SJC-копула. Условная копула Patton (2006) до некоторого времени широко применялась исследователями в оценке рисков и уровня взаимосвязи активов (Chen & Fan(2006), Genest & Remillard (2008), Remillard (2010), Palaro & Hotta (2004), Huang et al (2009), Brechmann et al (2013) и Hu (2010) среди прочих).

Как отмечает Patton(2012), ранние работы, посвященные копулам, относились по большей части к построению двумерного совместного распределения. Хотя большинство современных работ все так же рассматривают двумерные или относительно небольшие многомерные совместные распределения (меньше 10 случайных величин), так же появились работы, рассматривающие значительно большие по размерности распределения. Наибольшее распространение получил подход построения с помощью Vine-копул (так же известных РСС-копул, КПК-копул (Травкин(2013)) или иерархические копулы (Пеникас(2014)), при котором многомерная копула разбивается на произведение условных парных копул и предельных распределений. С первыми работами в этом направлении можно познакомиться у Joe (1996), Bedford & Cooke (2001, 2002) и Kurowicka & Cooke (2006), в то время как более поздние работы рассматривают бóльшие размерности, к примеру – работы Aas et. al (2009), Heinen & Valdesogo(2009), Min & Czado(2010).

С точки зрения построения портфеля, ключевой является работа Markowitz(1952), которая предлагает процедуры оптимизации инвестиционного портфеля активов на основе их статистических показателей. Были предложены различные модификации на основе Markowitz (1952), допускающие оптимизацию инвестиционного портфеля с короткими позициям, что было упущено в исходной работе (Jacobs et al (1999), Jacobs et al (2005), Konno et al.(2005), Jacobs et al (2006), Davidsson(2012)). Ряд исследователей так же рассмотрел оптимизацию инвестиционного портфеля при ограничениях – Cvitanić & KaratzasI(1992), Korn & Trautmann (1994), Chekhlov et al. (2000), Krokmal et al (2001), Wu (2012), Cesarone et al (2013).

Удобство применения копул при оценке рисков портфеля и взаимосвязи активов стало одной из причин появления исследований относящихся к применению копул при оптимизации инвестиционного портфеля. На эту тему написано значительное количество исследований (Patton (2004), Bartram et al. (2006), Hong et al (2007), Bay & Sun (2007), Ortobelly et al (2010), Deng et al.(2011), Michiels & De Schepper(2012), Ortobelly et al.(2012), Christoffersen & Langlois(2013), Kakouris & Rustem (2014), Han et al (2016)). Тем не менее, можно выделить несколько проблем, которые пока не решены в полной мере, и отчасти решаются в данном исследовании. Во-первых, нет исследования по оптимизации инвестиционного портфеля российских акций, во-вторых нет полноценного исследования по оптимизации при ограничениях (например,

ограничении на долю одного эмитента в портфеле, как например в ОПИФах акций). В-третьих, стоит отметить отсутствие полноценных работ, исследующих различные аспекты оптимизации инвестиционного портфеля с применением копул.

Классификация инвестирования по стилю довольно прочно закрепилась в мире финансов, и исследователи достаточно часто пытаются сравнивать различные подходы к инвестированию с целью выбрать наилучший по тем или иным критериям (Graham & Dodd (1934), Basu (1977), Barberis & Shleifer (2003), Black & McMillian (2004), Wahal & Yavuz (2013)). Как правило, такие работы рассматривают доходность так называемого рыночно нейтрального портфеля, в котором акции одного стиля берутся в портфель с положительным весом (позиция лонг), а акции другого стиля берутся в портфель с отрицательными весами (позиция шорт). Доходность такого рыночно нейтрального портфеля должна отражать наличие статистически доказанного преимущества одного стиля инвестирования перед другим, при этом распределение весов между отдельными акциями одного стиля в таких работах не рассматривается – берутся просто равновзвешенные портфели, в которых каждая акция, соответствующая тому или иному стилю, попадает с одинаковым весом. Во-первых, такие исследования никак не учитывают ликвидность акций, что делает результаты исследований неприменимыми в реальном управлении активами. Во-вторых, даже если игнорировать ликвидность, так как ее оценка не всегда представляется тривиальной, по меньшей мере, веса в портфеле можно распределить с учетом рыночной капитализации портфеля, которая отчасти может являться прокси ликвидности, и кроме того, так рассчитывается большинство фондовых индексов (к примеру, вся группа индексов ММВБ). В-третьих, равновзвешенный портфель по сути наделяет все активы в нем равными правами при том, что отдельные акции могут быть более яркими представителями того или иного стиля инвестирования и соответственно должны получать больший вес в итоговом портфеле. В данном исследовании решается последняя из указанных проблем. Одно из наиболее распространенных разбиений – это акции роста против акций стоимости. Как отмечается (Bourguignon & De Jong (2003) и Bird & Casavvechia (2007), Cahine (2008), Athanassakos(2009)) это два наиболее известных стиля инвестирования. Инвесторы и портфельные управляющие, составляя инвестиционный портфель в первую очередь, как правило, руководствуются взглядом на перспективы именно этих двух групп акций, предпочитая один другому (Bourguignon & De Jong (2003), Chan & Lakonishok (2004)). Другие

стили так же исследованы достаточно хорошо – Jagadeesh&Titman(1993), Chan et al. (1996), Chan et al. (2000), Novy-Marx (2013), Asness et al. (2013), Bouchaud et al (2016). В тоже время, как отмечалось ранее, исследований, которые связывали бы характеристики стиля акции с ее весом в инвестиционном портфеле достаточно мало. Из таких можно перечислить Brandt et al(2009), Hjalmarsson & Manchev (2012), Flieberg et al. (2016), Fletcher (2017). При этом в упомянутых работах вопрос риска активов либо полностью опускается, либо учитывается (Flieberg et al. (2016), Fletcher (2017)), но без учета возможной взаимосвязи доходностей активов – одна из проблем, которая решена в данной работе путем применения CVaR, вычисленного на основе симуляций на Vine-копулах.

### *Методы исследования и данные*

В исследовании активно применяются методы финансового анализа, эконометрического анализа и теории портфеля. Ключевой инструмент исследования это современные модификации копул – Vine копулы, позволяющие выявлять взаимосвязь доходностей активов и оценивать их совмещенный риск. Для сравнения стилизованных портфелей используется так же графический анализ и различные коэффициенты эффективности управления портфелем. Сбор данных реализован в Bloomberg API и Microsoft Excel. Предобработка данных реализована на языке программирования Python в среде Spyder, а основные вычисления произведены в среде Matlab.

### *Научная новизна*

Новизна данного исследования складывается из комбинации ряда направлений исследований – стили инвестирования, теория портфеля, построение портфеля с использованием характеристик компаний, моделирование риска с применением копул. Данное исследование:

- Разрабатывает процедуры динамической оптимизации инвестиционного портфеля при регулятивных ограничениях и в применении к спецификам отечественного рынка акций.
- Используется относительно новый метод Vine копул, применение которого в отношении портфельной оптимизации с большим количеством активов слабо изучено, тем более в применении к отечественному рынку.

- Ставит и решает проблему инвестирования по стилю в новом свете – через оптимизацию стилизованного инвестиционного портфеля по критериям риска, уровня взаимосвязи и уровня соответствия тому или иному стилю инвестирования каждого актива
- Сравнивает поведение различных стилизованных портфелей на российском фондовом рынке и определяет наиболее успешные с точки зрения различных коэффициентов эффективности.

#### *Теоретическая значимость*

Теоретическую значимость работы составляет следующая последовательность результатов. Во-первых, разработана процедура оптимизации инвестиционного портфеля с применением копул при ограничениях на долю актива, и показано ее преимущество.

Во-вторых, поставлена проблема стилизованной оптимизации портфеля акций. Стилизованная оптимизация позволяет получить сбалансированные по риску портфели, которые наилучшим образом соответствуют конкретному стилю инвестирования. Это делает процесс инвестирования более гибким в отношении предпочтений инвестора и добавляет прозрачности стратегии.

В-третьих, разработаны процедуры оптимизации стилизованных портфелей акций по различным стилям инвестирования – стоимость, рост, рентабельность, дивиденды, «моментум». В-четвертых, произведено сравнение поведения стилизованных портфелей при различной конъюнктуре рынка.

#### *Практическая значимость.*

Результаты данного исследования могут быть применены на практике как профессиональными участниками – портфельными управляющими, трейдерами, риск-менеджерами – так и частными инвесторами. Предложенные процедуры оптимизации стилизованных портфелей позволят участникам рынка составлять оптимальные инвестиционные портфели в соответствии с предпочитаемым стилем инвестирования, а так же использовать результаты для лучшего понимания преимуществ отдельного стиля при различных трендах рынка.

Основные результаты исследования представлены в виде докладов на конференциях: «Третий Российский экономический конгресс (РЭК-2016)», XVII Апрельская международная конференция (Сессия Ea-13). Так же результаты исследования обсуждались на научно-исследовательских семинарах аспирантской школы по экономике НИУ-ВШЭ.

### *Публикации*

Основные результаты данного исследования представлены в трех статьях в журналах «Прикладная эконометрика», «Финансы и кредит» и «Финансовый менеджмент». Данные журналы на момент публикации являются рецензируемыми научными изданиями, рекомендованными Высшей аттестационной комиссией для публикации основных научных результатов кандидатской диссертации.

### *Структура работы*

Работа состоит из введения, трех глав, списка использованной литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 147 страницах, содержит 17 рисунков, 15 таблиц. Библиография включает 135 источников.

## **2. Основные положения диссертации**

Классификация различных стилей инвестирования встречается не только в литературе, но и при определении некоторыми профессиональными участниками индустрии управления активами своей стратегии.

Довольно часто встречаются фонды, исповедующие тот или иной стиль инвестирования и ориентированные на конкретный круг инвесторов. Причем эти фонды бывают как пассивными (к примеру, ETF-фонды компаний типа Black Rock Inc., The Vanguard Group), так и активными (к примеру, фонды компаний Cornerstone Advisors, MFS Investment, AQR Capital, Wisdom Tree и другие). Наиболее широко распространенные стили инвестирования – стоимость, рост, рентабельность, дивиденды, «моментум». При этом подавляющая часть литературы, посвященной различным стилям инвестирования, концентрируется исключительно на критериях классификации и относительной доходности и игнорирует вопрос построения оптимального портфеля, веса в котором бы зависели от характеристик определяющих соответствие акции тому или иному стилю инвестирования.

В данной работе рассматриваются портфели акций 5 стилей инвестирования:

- Акции роста, как правило, определяются как акции компаний, чья рыночная стоимость может казаться завышенной относительно текущих фундаментальных показателей. В то же время это видимое несоответствие может быть объяснено тем, что изменение чистой прибыли и ожидания ее роста в будущем у инвесторов существенно выше, чем показатели роста в среднем по рынку/сектору/стране. В данной работе акций роста определяются как акции с относительно высоким мультипликатором Price-to-Book. Среди основных работ с использованием данного мультипликатора можно выделить те же работы, что относятся и к акциям роста (Graham & Dodd (1934), Fama & French (1998) , Vauman et al (1998), Fama & French (2007), Bragg (2007), Bodie et al (2009), Pinto et al, (2010)).
- Акции стоимости определяются как акции компаний, чья рыночная стоимость не в полной мере отражает финансовые показатели компании в сравнении со средним значением по рынку/сектору/стране, то есть компании недооценена по сравнению с другими и, соответственно, имеет больший потенциал роста. Акции стоимости часто противопоставляются акциям роста, к примеру, Bourguignon & De Jong (2003) отмечают, что наиболее распространённый способ классификации акций по одному из стилей это с использованием мультипликаторов (чаще всего Price-To-Book). В данной работе для определения акций стоимости так же используется мультипликатор Price-to-Book, чем он меньше, тем больше акция соответствует стилю стоимости (Graham & Dodd (1934), Fama & French (1998) , Vauman et al (1998), Fama & French (2007), Bragg (2007), Bodie et al (2009), Pinto et al, (2010)).
- Под моментум акциями в данной работе понимаются акции, изменение стоимости которых за определенный промежуток времени наибольшее среди всех рассматриваемых. Это лидеры рынка, которые своей

исторически высокой доходностью привлекают внимание новых инвесторов, рассчитывающих, что рост их капитализации продолжится.

- Под акциями рентабельности в данной работе понимаются акции компаний с такими финансовыми показателями как прибыльность или доходность на капитал. В данном исследовании для отбора таких акций используется коэффициент ROE (предпочтение отдано именно ему, так как по нему больше доступных данных, соответственно шире выборка).
- Под дивидендными акциями в данном исследовании понимаются акции с наибольшей текущей дивидендной доходностью. Вопросы предсказательной силы дивидендной доходности в отношении полной доходности акций был исследован среди прочих Blume (1980), Visscher & Filbeck (2003), Carey (2005), Connover et al. (2016). Хотя инвесторы в дивидендные акции, как правило, обращают внимание и на другие характеристики, кроме дивидендной доходности, ввиду ограниченности данных по российскому рынку, был выбран такой упрощенный подход, позволяющий охватить больший период времени.

Как указывалось ранее, для оптимизации инвестиционного портфеля в данной работе применяются копулы. Они позволяют отследить взаимосвязь активов и оценить их совместный риск, что можно использовать при построении портфеля с оптимальной структурой и подходящим соотношением доходности к риску. В данном исследовании используется одна из последних модификаций копул, позволяющая отслеживать изменение взаимосвязи между активами с течением времени, что довольно важно в случае финансовых временных рядов.

Моделирование копул в данном исследовании можно разделить на 2 этапа (1) Построение предельных равномерных распределений дневных логарифмических доходностей финансовых инструментов и (2) Построение

совместного распределения доходностей финансовых активов на основе полученных на первом этапе предельных равномерных распределений.

Для первого этапа понадобятся данные по логарифмической доходности активов, с которыми необходимо проделать ряд преобразований. Для моделирования предельных распределений доходностей каждой акции используется следующая модель:

$$Y_{it} = \mu_i(Z_{t-1}) + \sigma(Z_{t-1}) \times \varepsilon_{it}; i = [1, N]; Z_{t-1} \in F_{t-1}$$

$$\varepsilon_{it} | F_{t-1} \sim F_i(0,1) \forall t$$

Где  $Y_{it}$  – дневная логарифмическая доходность актива  $i$  в момент времени  $t$ ;

$\mu_i(Z_{t-1})$  – это математическое ожидание доходность актива  $i$  на основе данных доступных до момента времени  $t$ ;

$\sigma_i(Z_{t-1})$  – это соответствующее стандартное отклонение дневной логарифмической доходности актива  $i$  на основе данных доступных до момента времени  $t$ ;

$\varepsilon_{it}$  – соответствующая ошибка;

$F_{t-1}$  – множество информации доступной до момента времени  $t$ .

Моделирование математического ожидания производится с помощью ARMA, GJR-GARCH используется для моделирования стандартного отклонения. Эти модели далее используются, что бы вычислить стандартизованные остатки:

$$\hat{\varepsilon}_{it} = [Y_{it} - \mu_i(Z_{t-1}; \hat{\alpha})] / \sigma(Z_{t-1}; \hat{\alpha})$$

Где  $\hat{\alpha}$  – это вектор оптимальных параметров моделей математического ожидания и стандартного отклонения.

Так как распределение остатков неизвестно, требуется либо сделать предположение о его распределении, либо использовать непараметрическую модель. В случае данного исследования работа ведется с данными цен акций, статистические характеристики которых меняются со временем, кроме того имеют место различные шоки и одноразовые события, которые сильно затрудняют возможность предположения о конкретной форме распределения доходности того или иного актива. С этой точки зрения логично обратиться к полупараметрическому формату копулы, при котором используется

эмпирическая функция распределения остатков. К этому выводу можно прийти так же основываясь на работе Kim & Silvapulle (2007), которые отмечают, что параметрические модели «неробастны» при неправильной спецификации предельных распределений и полупараметрические модели в среднем оказываются лучше. В связи с этим, по аналогии с Patton(2012) используется непараметрическая оценка функции распределения остатков – эмпирическая функция распределения (EDF):

$$\hat{F}_i(x) = \frac{1}{T+1} \sum_{t=1}^T 1\{\hat{\varepsilon}_{it} \leq x\}$$

Полученные EDF далее используются для построения совместного распределения с помощью Vine - копул, в основе которых лежит обратная копула Гумбеля.

Полученные стандартизованные остатки далее используются для построения совместного распределения динамической копулы, в основе которой обратная копула Гумбеля, которая делает больший акцент на взаимосвязь отрицательных доходностей. Выбор данной копулы связан с несколькими ее преимуществами. Во-первых, динамические копулы позволяют отслеживать изменения в характеристиках совместного распределения величин. Во-вторых, так как наибольший интерес представляют риски, которые несут рассматриваемые финансовые инструменты, причем под риском подразумевается снижение стоимости актива, то выбор обратной копулы Гумбеля, которая делает акцент на взаимосвязи отрицательных доходностей, так же представляется разумным решением. С этой точки зрения, однако, стоит отметить другую альтернативу – копула Клэйтона так же делает акцент на взаимосвязи отрицательных величин. Выбор именно обратной копулы Гумбеля связан с результатами исследования Patton(2012) в которых показано преимущество этой копулы над копулой Клэйтона. Однако стоит также отметить, что Patton(2012) выделяет t-копулу как наиболее качественную модель, а обратная копула Гумбеля в его исследовании занимает второе место. С точки зрения простоты вычислений, тем не менее, обратная копула Гумбеля более предпочтительна, и с этим связан ее выбор в данном исследовании.

КПК - копулы позволяют составить многомерную копулу на основе парных копул большого количества случайных величин, таким образом, решая задачу построения совместного многомерного распределения. Вопрос использования vine-копул для построения оптимального инвестиционного

портфеля решался в целом ряде работ (Deng et al(2011), Low et al(2013)). Наиболее часто встречающиеся в литературе вариации D-Vine и C-Vine подразумевают различную структуру иерархии.

Совместная плотность распределения  $n$  случайных величин  $u_1, \dots, u_n$  может быть разложена без потери общности по следующей формуле:

$$f(u_1, \dots, u_n) = f(u_1) \times f(u_2|u_1) \times f(u_3|u_1, u_2) \times \dots \times f(u_n|u_1, \dots, u_{n-1})$$

Каждая условная плотность в произведении может быть далее разложена с использованием копулы. К примеру, второй множитель можно представить в виде:

$$f(u_2|u_1) = c_{12}(F_1(u_1), F_2(u_2)) \times f_2(u_2)$$

Таким образом, разложив каждый множитель, и используя структуру C-Vine формулу совместной плотности можно представить в следующем виде (Deng et al(2011)):

$$\begin{aligned} & f(u_1, \dots, u_n) \\ &= \prod_{i=1}^n f_i(u_i) \prod_{j=1}^{n-1} \prod_{t=1}^{n-j} c_{j,j+t|1,\dots,j-1}(F(u_j|u_1, \dots, u_{j-1}), F(u_{j+t}|u_1, \dots, u_{j-1})) \end{aligned}$$

Для структуры D-Vine:

$$\begin{aligned} & f(u_1, \dots, u_n) \\ &= \prod_{i=1}^n f_i(u_i) \prod_{j=1}^{n-1} \prod_{t=1}^{n-j} c_{t,t+j|1,\dots,j-1}(F(u_t|u_{t+1}, \dots, u_{t+j-1}), F(u_{t+j}|u_{t+1}, \dots, u_{t+j-1})) \end{aligned}$$

Где предельные условные распределения  $F(u|v)$  для каждого  $j$  можно представить как:

$$F(u|v) = \frac{\partial C_{u,v_j|v_{j-1}}(F(u|v_{-j}), F(v_j|v_{-j}))}{\partial F(v_j|v_{-j})}$$

Где  $v$  – это вектор,  $v_j$  – отдельный элемент вектора, а  $v_{-j}$  – это вектор  $v$  без элемента  $v_j$ .

Оптимальные параметры совместного распределения подбираются с помощью функции максимального правдоподобия для C-Vine:

$$\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{t=1}^{n-j} \sum_{k=1}^K \log c_{j,j+t|1,\dots,j-1}(F(u_{j,k}|u_{1,k}, \dots, u_{j-1,t}), F(u_{j+t,k}|u_{1,k}, \dots, u_{j-1,k}))$$

Для D-Vine:

$$\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{t=1}^{n-j} \sum_{k=1}^K \log c_{t,t+j|t+1,\dots,t+j-1}(F_j(u_{t,k}|u_{t+1,k}, \dots, u_{t+j-1,k}), F_{j+t}(u_{t+j,k}|u_{t+1,k}, \dots, u_{t+j-1,k}))$$

Как отмечается в работе Deng et al. (2011), при вычислении оптимальных параметров в формулах выше, стоит сначала оценить оптимальные параметры для каждой ступени в иерархии, и использовать их как начальные данные.

Как отмечается в работе Deng et al.(2011), D-Vine и C-Vine подходят для разных наборов данных. Так в структуре C-Vine подразумевается наличие одного ключевого элемента, который определяет поведение остальных. Если такого элемента нет, то больше подходит D-Vine. В случае данной работы оценивается взаимосвязь доходностей различных акций и депозитарных расписок, эмитенты которых представлены в различных секторах экономики, соответственно определить какую-то ключевую акцию, которая представляется определяющей поведение остальных, расходуется с логикой. Поэтому для данного исследования уместнее использовать структуру D-Vine.

Важно отметить, что Vine-копулы позволяют использовать в одной структуре различные модели копул. Однако, для сохранения фокуса исследования на стилизованной оптимизации данное исследование приводится на примере только одной модели - обратной копулы Гумбеля. Вопрос сравнения большего количества моделей копул и структур парных копул вынесен за рамки данного исследования. Помимо конструкций парных копул, для построения многомерных копул так же могут использоваться иерархические копулы (к примеру, Пеникас (2014)), но вопрос их применимости для решения задачи стилизованной оптимизации так же вынесен за рамки данного исследования.

После вычислений временных параметров копул всех пар активов можно переключаться на составление оптимального портфеля. Так как в случае данного исследования стояла задача разработать процедуру стилизованной оптимизации инвестиционных портфелей, под каждый из 5 стилей

выполнена отдельная процедура. Тем не менее, основной шаблон процедуры оптимизации выглядит следующим образом:

1. Пусть  $T$  – это момент формирования состава инвестиционного портфеля. Для оценки предельных распределений и параметров иерархической копулы, определяющей совместное распределение финансовых инструментов используются данные по доходностям на отрезке  $[T-365, T]$ .
2. На основе рейтинга по конкретному критерию и по данным, доступным в момент времени  $T$ , отбираются Топ-30%, Топ-40% или Топ-50% акций и расписок. Дальнейшие шаги производятся для этих активов.
3. На основе формул в разделе 2.2.1 вычисляются остатки  $\varepsilon_{it}$  для доходностей каждого актива из групп, полученных на шаге 2.
4. Строится совместное распределение остатков, полученных на шаге 3, с оптимизацией параметров копулы
5. На основе Vine - копулы генерируются остатки (раздел 2.2.2), которые далее используются при генерации сценариев доходностей активов:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{1N} \\ \dots & r_{ij} & \dots \\ r_{P1} & \dots & r_{PN} \end{pmatrix}$$

Где  $r_{ij}$  – это доходность актива  $i$  на симуляции  $j$ . Всего производится 1000 симуляций для каждой акции.

6. На основе полученных сценариев, которые подразумевают конкретные доходности каждого из активов можно оценить доходность всего портфеля на каждой симуляции при заданных весах каждого актива:

$$PR = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{1N} \\ \dots & r_{ij} & \dots \\ r_{P1} & \dots & r_{PN} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_P \end{pmatrix}$$

Где  $PR$  – вектор доходностей портфеля при заданных весах  $W = (w_1, \dots, w_P)$  для  $N$  независимых симуляций ( $\sum_1^P w_i = 1$ )

7. При заданном коэффициенте значимости 99%, CVaR определяется как среднее значение всех наблюдений, меньших, чем 99% остальных значений из вектора PR.

8. Решается задача оптимизации, в которой минимизируется CVaR портфеля, при изменении вектора весов W

$$\min_W(CVaR_{PR}^W)$$

Где  $CVaR_{PR}^W$  – CVaR доходности портфеля, посчитанный на основе вектора PR, как указано в шаге 4

9. Полученный вектор весов W используется в качестве структуры портфеля до следующего момента времени T, на котором состав портфеля пересматривается при помощи шагов 1- 8. Доходность портфеля между перебалансировками рассчитывается как средневзвешенная доходность всех активов в портфеле.

На вес отдельных активов в портфеле вводится следующее ограничение, отвечающее нормам регулирования ПИФов

$$15\% \geq w_i \geq 0$$

При определении частоты пересмотра состава портфеля основной предпосылкой было регулирование ПИФов, а именно положение, согласно которому при превышении доли одного эмитента в портфеле больше 15% вследствие изменения рыночной стоимости, нарушение должно быть ликвидировано в течение месяца. Соответственно портфели пересматриваются на ежемесячной основе, что бы не возникло серьезных нарушений с точки зрения регулирования. Для модификации процедуры под каждый конкретный стилизованный портфель будет видоизменяться шаг 5. Далее описывается, каким образом это будет осуществляться. Важно отметить, что, хотя критерии стилизации, определенные в данном исследовании можно посчитать достаточно поверхностными, так как существуют исследования с более строгим набором критериев, основная цель данного исследования не подбор критериев для каждого инвестиционного стиля, а разработка процедуры стилизованной оптимизации портфеля. Расширение набора критериев для определения каждого стиля инвестирования не только бы существенно размыло фокус исследования, но

так же усложнило расчеты и сократило количество наблюдений ввиду ограниченности данных по российским компаниям.

**Акции роста** в данном исследовании определяются как акции компаний, чья рыночная стоимость выглядит завышенной относительно текущих фундаментальных показателей. Для классификации акций роста в данном исследовании используется мультипликатор Price-to-Book, чем он выше, тем больше акция соответствует критериям акции роста. Данный мультипликатор использовался в таких работах как Graham & Dodd (1934), Fama & French (1998), Bauman et al (1998), Fama & French (2007), Bragg (2007), Bodie et al (2009), Pinto et al (2010).

Стилизованный портфель в таком случае будет оптимизироваться с использованием следующей целевой функции:

$$\max_W (M_p^W / VaR_p^W) (13)$$

Где  $M_p^W$  – это усредненный мультипликатор портфеля в соответствии с весами  $W$  активов.

**Акции стоимости** определяются в данной работе как акции компаний, чья рыночная стоимость не в полной мере отражает финансовые показатели компании в сравнении со средним значением по рынку/сектору/стране, то есть компании недооценена. Как и в предыдущем случае, для поиска акций стоимости используется мультипликатор Price-to-Book, только в данном случае отбираются акции с наименьшим значением. Целевая функция оптимизации выглядит следующим образом:

$$\max_W (1 / (M_p^W \times VaR_p^W)) (14)$$

**Акции рентабельности** характеризуются высокими показателями рентабельности. При отборе акций рентабельности выбираются акции компаний со сравнительно высокими коэффициентами ROE или ROA. Аналогичным образом данные коэффициенты использовались в работах Greenblatt & Tobias (2010), Asness et al. (2013), Bouchaud et al (2016) В случае данного исследования используется коэффициент ROE, так как по нему имелось больше данных. Целевая функция оптимизации выглядит следующим образом:

$$\max_W (Q_p^W / VaR_p^W) (15)$$

Где  $Q_p^W$  – значение коэффициента ROE для портфеля с весами  $W$ .

**Акции «моментум»** характеризуются относительно высоким изменением цены за определенный период. В исследовании рассмотрены «моментумы» за 3, 6 и 12 месяцев. Для каждой периодичности строится свой портфель. При этом целевая функция выглядит следующим образом:

$$\max_W (TR_p^W / VaR_p^W) (16)$$

Где  $TR_p^W$  – средневзвешенное изменение цены акций в портфеле с весами  $W$  за предыдущий период.

**Дивидендные акции** – это акции с наибольшей дивидендной доходностью. При стилизованной оптимизации получается портфель, сбалансированный по рискам и дивидендной доходности. Целевая функция:

$$\max_W (DY_p^W / VaR_p^W) (17)$$

Где  $DY_p^W$  – средневзвешенная дивидендная доходность портфеля с весами  $W$ .

Так как соответствие конкретной акции тому или иному стилю инвестирования определяется относительно всех других акций выборки, разумным представляется рассмотреть несколько списков – Топ-30%, Топ-40% и Топ-50% акций наилучшим образом удовлетворяющих тому или иному критерию конкретного стиля. В таком случае, для каждого стиля, кроме «моментум» получится 3 портфеля, оптимизированных на основе соответствующих списков. В случае акций «моментум» так же рассматривается 3 периодичности (3, 6 и 12 месяцев), соответственно получается 9 стилизованных портфелей «моментум». Далее для каждого из стилей выбирается наилучший портфель.

- 1) Акции роста ранжируются по убыванию соответствующего мультипликатора P/B
- 2) Акции стоимости ранжируются по возрастанию соответствующего мультипликатора P/B .
- 3) Акции моментум ранжируются по убыванию доходности за предыдущий период (который выбирается вариативно 3, 6, 12 месяцев)
- 4) Акции рентабельности ранжируются по убыванию значений коэффициентов ROE.

- 5) Дивидендные акции ранжируются по убыванию показателя годовой дивидендной доходности

Для тестирования гипотезы НЗ так же требуется определить стилизованный портфель Марковица. В этом случае, акции отбираются в рейтинги, как описано выше для каждого из стилей, при этом оптимизация производится с помощью следующей целевой функции для всех стилей:

$$\max_W \left( \frac{\mu_W^p}{\sigma_W^p} \right)$$

Где  $\mu_W^p$  – математическое ожидание доходности портфеля:

$$\mu_W^p = \sum_{i=1,N} w_i \mu_i$$

$\sigma_W^p$  – стандартное отклонение доходности портфеля

$$\sigma_W^p = \sqrt{\sum_{i=1,N} \sum_{j=1,N} \rho_{ij} \times w_i \sigma_i \times w_j \sigma_j}$$

Где  $\mu_i$  – математическое ожидание доходности актива  $i$ ,  $\sigma_i$  – стандартное отклонение актива  $i$ ,  $\rho_{ij}$  – корреляция активов  $i$  и  $j$ ,  $w_i$  – вес актива  $i$  в портфеле.

Для тестирования гипотезы Н1 строятся наивные портфели, которые включают акции из рейтингов описанных выше, причем все акции в стилизованном наивном портфеле получают равный вес.

Полученные стилизованные портфели сравниваются между собой, через различные показатели эффективности управления портфелем.

Самый простой и распространенный показатель – это накопленный доход (TR):

$$TR = \left( \frac{PS_N}{PS_0} - 1 \right) \%$$

Где  $PS_N$  и  $PS_0$  это стоимости портфеля на начало и конец рассматриваемого периода.

На основе накопленного дохода так же рассчитывается среднегодовая доходность портфеля(AR):

$$AR = \left( (TR + 1)^{\frac{365}{T}} - 1 \right) \%$$

Где T – общее число дней под управлением, включая выходные и праздничные дни.

Далее рассматриваются коэффициенты, позволяющие оценить риск инвестиционного портфеля. По аналогии с Sharpe (1978) можно было бы ограничиться стандартным отклонением доходности, но есть более информативные показатели. К примеру, максимальная просадка показывает размер максимального убытка, которые бы мог получить инвестор в случае инвестирования в конкретный инвестиционный портфель в определенные моменты в прошлом. Максимальная просадка определяется на основе исторических данных и формулу можно записать следующим образом:

$$MDD = \left| \text{Min}_i \left( \frac{PS_t}{\text{Max}_{j < t}(PS_j)} - 1 \right) \right| \%$$

Где  $PS_t$  это цена портфеля в момент времени  $t \in [1, T]$ ,  $\text{Max}_{j < i}(PS_j)$  – максимальная цена портфеля за все время, предшествующее  $t$ .

В действительности, сравнивать портфели по коэффициентам которые учитывают только риск или только доходность представляется не целесообразным, так как могут быть различные комбинации риска и доходности которые подойдут одним инвесторам и не понравятся другим. Поэтому уместно рассмотреть коэффициенты, комбинирующие риск и доходность в одном значении. Помимо стандартных коэффициентов оценки эффективности портфелей Шарпа и Сортино, так же используется коэффициент, предложенный в работе Fitshen (2013), Gain-to-Pain:

$$GP = \frac{AR}{MDD}$$

По результатам оптимизации различных вариантов стилизованных портфелей было выбрано по одному наиболее эффективному. Далее было произведено сравнение отобранных 5 портфелей, соответствующих каждому из 5 рассмотренных стилей (рост, стоимость, рентабельность, дивиденды и «моментум»), в отношении индекса ММВБ – Полный доход, наивных

стилизованных портфелей и стилизованных портфелей Марковица, а так же между собой.

Динамика изменения стоимости портфеля представлена на рисунке 1.

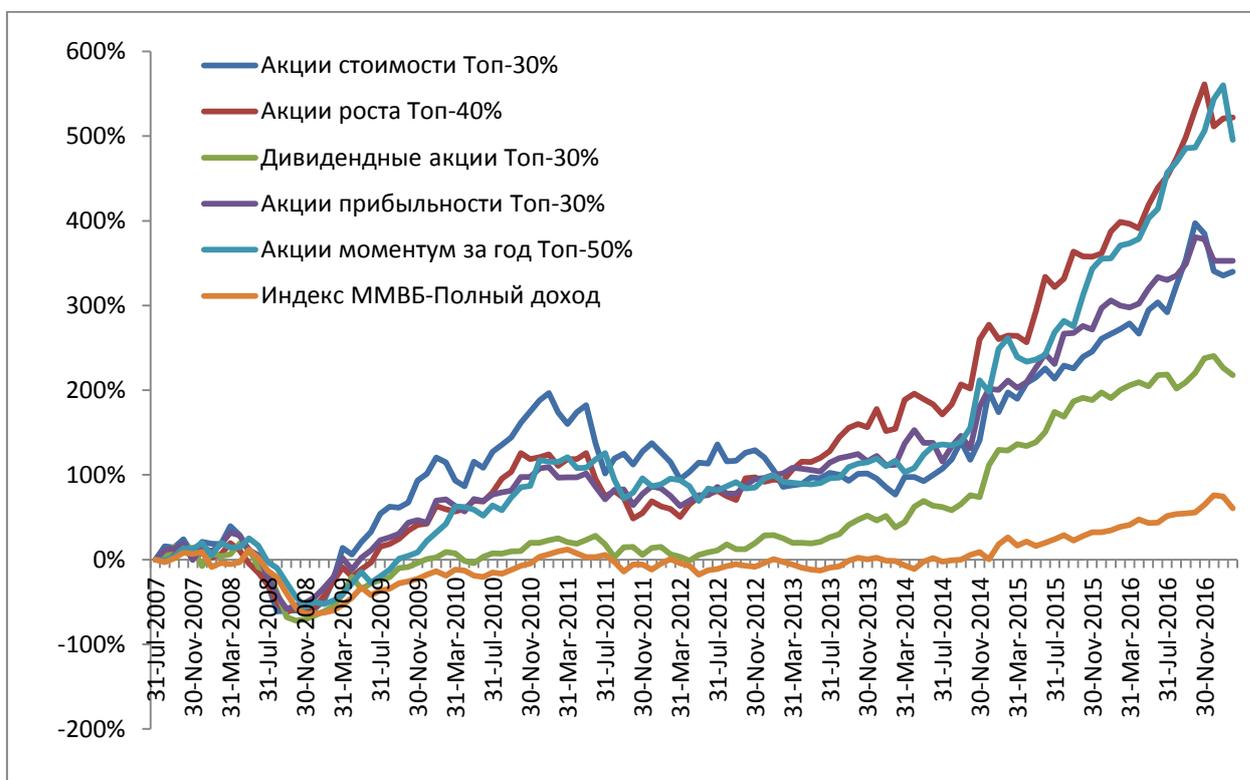


Рисунок 2 Накопленная доходность стилизованных портфелей акций за период с августа 2007 по февраль 2017 в сравнении с индексом ММВБ - Полный доход.

Как видно из рисунка, предложенная процедура оптимизации инвестиционного портфеля позволяет получить результаты, превосходящие «бенчмарк» для каждого стиля. Наиболее доходными на отечественном рынке акций за анализируемый период являются стилизованные портфели акций роста Топ-30% и акций «моментум» за 12 месяцев Топ-50%, однако в первой половине анализируемого периода лидирующим стилем были акции стоимости. На основе полученных вычислений можно сделать так же два интересных вывода относительно кризиса 2008 года:

- Стили акций, которые первыми начали снижаться перед глобальным финансовым кризисом 2008 года, были акции роста.
- Стили акций, которые начали восстанавливаться быстрее остальных после глобального финансового кризиса 2008 года, это акции рентабельности и акции стоимости.

В таблице 1 приведены значения различных показателей эффективности для каждого из стилизованных портфелей и «бенчмарка» – индекса ММВБ «Полный доход». Как видно из таблицы, портфели акций роста и «моментум» близки друг к другу не только с точки зрения накопленной доходности, но и с точки зрения риска. У них так же очень близкие значения коэффициентов Gain-To-Pain, Шарпа и Сортини, но у акций «моментум» показатели несколько выше. Индекс ММВБ – Полный доход является наименее рискованным, но более высокий риск стилизованных портфелей оправдан более высоким соотношением доходности к риску. Таким образом, гипотеза **Н2** о преимуществе стилизованных портфелей перед рынком, в качестве прокси которого выступает индекс ММВБ «Полный доход» подтверждена.

Таблица 1 Сравнение показателей эффективности оптимизированных портфелей различных стилей

	Акции стоимости Топ-30%	Акции роста Топ-40%	Дивидендные акций Топ-30%	Акции рентабельности Топ-30%	Акции «моментум» за год, Топ-50%	Индекс ММВБ – Полный доход
<b>Накопленный доход</b>	339.8%	522.1%	217.8%	352.8%	495.7%	60.4%
<b>Среднегодовой доход</b>	16.86%	21.21%	12.94%	17.22%	20.66%	5.10%
<b>Среднегодовое стандартное отклонение</b>	36.17%	29.45%	31.96%	27.97%	27.93%	26.34%
<b>Коэффициент Шарпа</b>	0.47	0.72	0.40	0.62	0.74	0.19
<b>Максимальная просадка</b>	72.06%	68.53%	76.64%	68.35%	65.19%	67.91%
<b>Среднегодовое негативное стандартное отклонение</b>	22.0%	19.8%	20.9%	20.1%	21.3%	22.5%
<b>Коэффициент Сортино</b>	0.77	1.07	0.62	0.86	0.97	0.23
<b>Коэффициент Gain-To-Pain</b>	0.23	0.31	0.17	0.25	0.32	0.08

В дополнение уместно рассмотреть возможные издержки, связанные с управлением стилизованными портфелями. В таблице 2 указаны показатели среднегодового оборота портфелей и средние транзакционные издержки в процентах от стоимости портфеля. Под транзакционными издержками понимается комиссия за сделку (принята на уровне 0.15% за сделку, что является довольно высокой оценкой для российского рынка брокерских услуг) и проскальзывание, то есть различие между текущей ценой, и ценой по которой в действительности удалось купить или продать акцию (принята на уровне 0.2% – экспертная оценка). Как видно из таблицы 2, влияние транзакционных издержек на доходность

стилизированных портфелей ограничено, хотя в случае с портфелями акций «моментум» издержки могут составлять более 1% в год, соответственно возможно, из соображений экономии большее предпочтение будет отдано портфелю акций роста. С другой стороны, столь незначительные транзакционные издержки могут быть связаны со сравнительно небольшим количеством акций, из которых отбираются составляющие портфеля. Возможно, применение предложенных методик на рынках с большим количеством акций будет давать более высокие транзакционные издержки.

Таблица 2 Анализ транзакционных издержек при управлении стилизованными портфелями

Стиль	Среднегодовой оборот портфеля	Среднегодовые транзакционные издержки
Акции стоимости Топ-30%	25.9%	0.09%
Акции роста Топ-40%	41.2%	0.14%
Дивидендные акции Топ-30%	28.1%	0.12%
Акции рентабельности Топ-30%	16.3%	0.06%
Акции «моментум» за год, Топ-50%	287.4%	1.01%

Далее рассмотрим, улучшает ли использование копул при оптимизации портфеля эффективность управления. Для этого сопоставим результаты полученных стилизованных портфелей и результаты портфелей построенных более традиционным способом, в основе которого лежит меры оценки риска и ожидаемой доходности, предложенные в работе Sharpe (1978). Как видно из таблицы, в большинстве случаев новый метод предлагает более качественные показатели эффективности управления (кроме показателя стандартного отклонения доходности). Это подтверждает гипотезу **НЗ**: копулы позволяют лучше отследить взаимосвязь и совместный риск активов, а следовательно, построить и более эффективный с точки зрения показателей риска и доходности портфель, чем традиционный подход, использующий для оценки риска стандартное отклонение. Единственный стиль, который показал чуть более высокую максимальную просадку для нового формата портфеля, это акции рентабельности, тем не менее, эта высокая просадка компенсируется более высоким ожидаемым доходом и преимущество коэффициентов соотношения доходности к риску остается за новым методом, соответственно преимущество нового метода подтверждается для всех рассмотренных стилей. Таким образом, гипотеза **НЗ** принята без оговорок.

Таблица 3 Сопоставление результатов портфелей построенных традиционным и новым методом, предложенным в данной работе

Стиль инвестирования	Подход к формированию портфеля	Накопленный доход	Среднегодовой доход	Среднегодовое стандартное отклонение	Коэффициент Шарпа	Максимальная просадка	Среднегодовое негативное стандартное отклонение	Коэффициент Сортино	Коэффициент Gain-To-Pain
Моментум	Старый	307.6%	13.51%	26.12%	0.52	67.48%	-22.4%	0.60	0.20
	Новый	587.9%	19.00%	26.80%	0.71	65.19%	-20.8%	0.91	0.29
Рентабельность	Старый	285.9%	13.0%	27.9%	0.46	67.7%	-21.0%	0.62	0.19
	Новый	492.6%	17.4%	28.2%	0.62	68.4%	-20.1%	0.87	0.26
Рост	Старый	296.3%	13.23%	29.17%	0.45	71.20%	-20.4%	0.65	0.19
	Новый	678.3%	20.34%	29.45%	0.69	68.53%	-19.8%	1.02	0.30
Стоимость	Старый	364.5%	14.86%	35.45%	0.42	72.88%	-22.2%	0.67	0.20
	Новый	513.7%	17.78%	36.17%	0.49	72.06%	-22.0%	0.81	0.25
Дивиденды	Старый	174.8%	9.55%	31.05%	0.31	77.68%	-21.5%	0.44	0.12
	Новый	327.5%	14.00%	31.96%	0.44	76.64%	-20.9%	0.67	0.18

Наконец исследуем наличие преимущества разработанной процедуры стилизованной оптимизации перед наивным методом построения стилизованного портфеля. Под наивным методом понимается построение равновзвешенного портфеля, в который с одинаковыми весами отбираются акции, соответствующие конкретному стилю инвестирования. Для этого в таблице ниже сопоставляются коэффициенты эффективности портфелей для нового и наивного метода по каждому из рассмотренных стилей. Почти для всех стилей новый подход, подразумевающий стилизованную оптимизацию портфеля, дает лучшие результаты с точки зрения соотношения доходности к риску. Тем не менее, есть 2 оговорки:

- Наивное построение портфеля акций роста дает более высокие результаты, чем подход стилизованной оптимизации по всем показателям кроме стандартного негативного отклонения и максимальной просадки. Хотя преимущество не значительно, ввиду простоты в случае инвестирования в акции роста, имеет смысл задуматься о наивном подходе
- Кроме стиля инвестирования в акции роста, для стилей моментум и дивиденды, стилизованная оптимизация может представляться более

рисковой с точки зрения стандартного отклонения доходности, хотя более высокие риски оправданы более высокой доходностью.

Таблица 4 Сопоставление результатов портфелей построенных наивным и новым методом, предложенным в данной работе

Стиль инвестирования	Подход к формированию портфеля	Накопленный доход	Среднегодовой доход	Аннуализованное стандартное отклонение	Коэффициент Шарпа	Максимальная просадка	Аннуализованное негативное стандартное отклонение	Коэффициент Сортини	Коэффициент Gain-To-Pain
Моментум	Наивный	285%	13%	27%	0.49	70%	-24%	0.55	0.18
	Новый	587.9%	19.00%	26.80%	0.71	65.19%	-20.8%	0.91	0.29
Рентабельность	Наивный	391.9%	15.46%	28.49%	0.54	69.58%	-19.6%	0.79	0.22
	Новый	492.6%	17.4%	28.2%	0.62	68.4%	-20.1%	0.87	0.26
Рост	Наивный	739.8%	21.16%	29.34%	0.72	70.84%	-20.2%	1.05	0.30
	Новый	678.3%	20.34%	29.45%	0.69	68.53%	-19.8%	1.02	0.30
Стоимость	Наивный	-53.5%	-6.68%	38.72%	-0.17	89.60%	-28.3%	-0.24	-0.07
	Новый	513.7%	17.78%	36.17%	0.49	72.06%	-22.0%	0.81	0.25
Дивиденды	Наивный	173.4%	9.50%	31.17%	0.30	76.66%	-21.3%	0.44	0.12
	Новый	327.5%	14.00%	31.96%	0.44	76.64%	-20.9%	0.67	0.18

Таким образом, гипотезу H1 о преимуществе стилизованной оптимизации над наивным методом построения портфеля можно принять, но с вышеупомянутыми оговорками для отдельных стилей.

### 3. Основные выводы работы

В данной работе были разработаны и проанализированы методики оптимизации инвестиционных портфелей, позволяющих получить эффективные портфели, соответствующие одному из конкретных стилей инвестирования – стоимость, рост, рентабельность, дивиденды, «моментум». При этом в целевой функции оптимизации использовалось соотношение ожидаемой доходности к риску, где в качестве прокси ожидаемой доходности для каждого из стилей использовался отдельный критерий, характеризующий этот стиль. Данная процедура определялась как стилизованная оптимизация инвестиционного портфеля. При этом стилизованные портфели строились на основе акций российских компаний на периоде с 2006 по 2017 годы, и далее сравнивались с «бенчмарком» – индекс ММВБ – Полный доход. Так же на портфели накладывались определенные

ограничения, соответствующие нормам регулирования открытых паевых инвестиционных фондов акций в РФ.

В рамках исследования проверялись три гипотезы:

**H1:** Гипотеза преимущества стилизованной оптимизации портфеля перед наивным подходом построения портфеля с равными весами для каждого из рассматриваемых стилей – стоимость, рост, рентабельность, моментум, дивиденды

**H2:** Гипотеза преимущества стилизованной оптимизации портфеля перед рынком, в качестве прокси которого выступает фондовый индекс.

**H3:** Гипотеза преимущества использования копулы для оценки совместного риска активов при стилизованной оптимизации портфеля перед более традиционным подходом, использующим ковариацию.

Под преимуществом того или иного портфеля перед другими понимались более высокие показатели соотношения ожидаемого дохода и риска портфеля. По результатам исследования удалось показать для всех рассмотренных стилей преимущество предложенной методики как в отношении «бенчмарков» так и в отношении более традиционного подхода к оптимизации инвестиционного портфеля, то есть гипотезы H2 и H3 приняты полностью. Гипотеза H3 принята частично, так как для стиля инвестирования в акции роста наивный подход к построению портфеля дал более высокие результаты, чем стилизованная оптимизация.

Основной вклад исследования характеризуется расширением теории портфеля путем комбинирования теории портфеля и концепции стилей инвестирования через разработку стилизованных целевых функций оптимизации и их тестирования на примере отечественного рынка акций с демонстрацией преимущества предложенных подходов. Предложенное решение проблемы стилизованной оптимизации оказалось по большей части эффективнее рассмотренных альтернатив, о чем говорят подтвержденные гипотезы.

Кроме того, стилизованные портфели были сопоставлены между собой. С точки зрения соотношения ожидаемой доходности к риску, наиболее успешными на анализируемом периоде оказались портфели акций роста и

портфели акций «моментум», хотя в период с 2007 по 2011 основным лидером был портфель акций стоимости. Эти результаты в целом совпадают с выводами современных исследований о поведении стилей в периоды кризисов, восстановления, роста и замедления рынков. Долгосрочное преимущество акций роста и акций моментум может объясняться не только такими факторами как завышенные ожидания и реакционное принятие решений инвесторами на российском рынке, но и сильным дисбалансом ликвидности, то есть акции стоимости могут игнорироваться за счет того что недостаточно ликвидны.

Отдельно был проведен анализ возможных издержек. Даже с их учетом, все стилизованные портфели, оптимизированные по разработанной методике, существенно опережают «бенчмарк».

Результаты данной работы могут представлять практический интерес как профессиональным портфельным управляющим и риск - менеджерам, так и частным инвесторам с математическим складом ума, так как управление стилизованными портфелями по предложенной методике требует серьезных вычислений. Однако важно отметить, что данная процедура оптимизации скорее должна служить дополнительным инструментом в процессе принятия инвестиционных решений. Важные вопросы, которые не могут быть решены исключительно предложенной методикой, включают, но не ограничиваются следующим – управление экспозицией на отдельные стили/классы активов, хеджирование отдельных рисков, ограничение убытков, тайминг и другое. Решение этих вопросов должно позволить среди прочего ограничить размер максимальной просадки, который для предложенных стилизованных портфелей довольно велик.

Представляется несколько возможных развитий исследования. Во-первых, имеет смысл рассмотреть более строгие критерии определения того или иного стиля, это может улучшить показатели стилизованного портфеля. Во-вторых, проблемы, поднятые в предыдущем абзаце также достойны отдельного и детального рассмотрения. В-третьих, достаточно интересно провести исследование, которое бы позволило разработать процедуру оптимизации портфеля не по классам активов, а по стилям, таким образом, что бы в каждый отдельный момент времени портфель был сконцентрирован в наиболее перспективных стилях акций. В-четвертых, пример обратной копулы Гумбеля логично расширить до других моделей копулы, что бы выявить самую эффективную для целей стилизованной оптимизации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ

Статьи, опубликованные автором в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, указанных в перечне ВАК Минобрнауки России:

Ацканов И. А. Стилизованная оптимизация портфелей акций с помощью копул // Финансовый Менеджмент, 2017, №5. С. 97-107.

Ацканов И. А. Динамическая оптимизация инвестиционного портфеля с использованием парных копул на примере основных фондовых рынков Европы // Прикладная эконометрика. 2015. Т. 4. № 40. С. 84-105.

Ацканов И. А. Применение GAS-копул для оптимизации инвестиционного портфеля акций российских компаний // Финансы и кредит. 2016. Т. 704. № 32. С. 25-37.