

Научно Исследовательский Университет -  
Высшая школа экономики

Международный Институт Экономики и Финансов

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему: **Анализ факторов волатильности фондов коммерческой  
недвижимости REITs**

Студент 4 курса, группы 5

Пелих Екатерина Константиновна

Научный руководитель

Качалов Дмитрий Александрович

МОСКВА, 2013 год.

In this paper, I try to examine the factors influencing the volatility of REITs. The time period used in this paper is 1998 to 2012. The data contains quarterly observations for bonds, stock, and real estate markets. The main article, which is used in the research, is Clayton, MacKinnon (2002), who also made a great research on the following topic. This research paper continues their work but on the different time period, by using different method.

The method is used in the paper is Vector Autoregressive Models or VAR. With this method, the volatility is decomposed on the influencing parts of bond-part, stock-part and real estate-part. By examining the influence on the volatility of NAREIT, aggregate index of REITs, I can relate REITs to one or another component, whether its behavior is similar to bond, stock or real estate.

The structure of the paper is based on the three main parts: the Theoretical part, the Econometrical part and the Comparison part. The main conclusion is concentrated in the Comparison part, where I compare the results I obtained and the result of the article on which I rely. In the theoretical part one may find the description of different tests used, about the REITs overall and literature. The Econometrical part provides calculations, based on the Theoretical assumptions given earlier. Also the part provides some interpretation of the results obtained and accumulation of results of volatility decomposed for the Comparison part.

To find the decomposition of volatility, certain procedures should be done. First of all, the unsmoothing of commercial real estate index NCREIF. Secondly, the tests, helping to find the true VAR model, such as lag-length criteria tests, AR-roots test, Wald-tests, Granger-causality test. Some of the paper is dedicated to Impulse Response interpretation. By this procedure I am able to observe the responses of the function to the shocks of one of other endogenous variables.

By comparing the results, it was found that REITs on the period of 1998-2012 behaves more like Large Cap Stocks and Bonds, while the influence of real estate component and Small Cap stocks has decreased. The average volatility explanatory power of bond variable has increased by 6%, while the explanatory power of commercial real estate variable has decreased by 6,4% overall. Compared to the period given in the article of Clayton, MacKinnon (2002), the idiosyncratic component has decreased on average for four quarters by 5,47%. Thus, the total explanation of REITs has increased to new time interval.

The paper provides some relevant data, which was taken from the reliable sources. Based on the data, the most accurate results as possible were provided, to uncover the true nature of REITs and its behavior.

## Оглавление

Глава I: История .....	5
О REITs.....	6
Цель работы .....	10
Обзор используемой литературы .....	11
Основные источники .....	11
Вторичные источники .....	12
Глава II: Методология .....	16
Проблема .....	16
О модели VAR .....	17
Проведенные тесты.....	21
Процедура Unsmoothing доходности NCREIF.....	21
Стационарность .....	22
Корреляционная матрица.....	23
Поиск лага модели VAR.....	24
Графическое представление корней AR.....	24
Тест Вальда.....	24
Тест причинности Грейнджера .....	25
Импульсные отклики.....	26
VAR Декомпозиция волатильности.....	27
Глава III: Эконометрический анализ модели .....	30
Данные .....	30
Расчетная часть и интерпретация результатов .....	33
Сравнение полученных результатов .....	43
Заключение .....	46
Список используемой литературы и интернет-источников.....	48
Приложения .....	51

Существует множество статей по исследованию рынка REITs (Real Estate Investment Trusts). Условно можно разделить исследования на три периода: ранний, средний и поздний периоды. В изучении ранних периодов, согласно Corgel, McIntosh, Ott (1995) зависимость между индексом NAREIT и другими финансовыми переменными наблюдалась плохо, ввиду малого изучения данного вопроса. Позднее, развивая тему и исследуя возможности корреляции и зависимости индекса NAREIT (National Association of Real Estate Investment Trusts) от таких финансовых факторов как доходность акций, облигаций, и доходность с недвижимости, было найдено множество результатов, дополняющих друг друга. Так Ling, Naranjo (2003) описали зависимость NAREIT в краткосрочном и долгосрочном периоде на раннем интервале, так же Giliberto (1990) в своей работе показал зависимость NAREIT от индекса NCREIF, гораздо позднее, его исследование поддержали Ding, Deng, Fei (2008) изучением зависимости между NAREIT и финансовым индексом S&P500. Вопросом о том, что же такое REITs задавались ранее и исследователи Ghosh, Miles, Sirmans (1996). В относительно недавнем времени авторы Clayton, MacKinnon (2002) попытались ответить на этот вопрос, продолжая исследования предшественников. Они разложили волатильность NAREIT по компонентам, чтобы выяснить, что же сильнее объясняет данный индекс, и к чему он более относится, к коммерческой недвижимости, акциям или облигациям. Похожее исследование на Австралийском индексе провели Newell, Keng (2005), взяв за основу исследование Clayton, MacKinnon (2002). Относительно недавно было создано пособие по оценке и работе с недвижимостью. Chris Brooks, Sotiris Tsolacos (2010) агрегировали все возможные исследования и включили их в свой учебный материал, рассказывающий, как же работать с REITs, какие способы для изучения данного индекса подходят, и как интерпретировать REITs. Однако, на данном этапе существует мало исследований в области REITs на новом промежутке времени. Все исследования рассматривали ранние промежутки. Лишь Ding, Deng, Fei (2008), захватили своим исследованием начало кризиса 2008 года. В связи с этим, мне представляется актуальным изучение индекса NAREIT на новом промежутке времени, с 1998 по 2012 год. Данное исследование не только захватывает период кризиса, но и показывает изменение составляющих компонент волатильности в наши дни. Данное исследование направлено на изучение и раскрытие, что такое рынок REITs сейчас, к чему одноименный индекс ближе, к акциям, облигациям или же к сектору недвижимости.

## Глава I: История

В данной работе будет представлено исследование зависимости волатильности индекса NAREIT от различных финансовых факторов. Также в данной работе будет рассмотрено отдельное влияние каждой из финансовых переменных на волатильность индекса NAREIT.

Существует множество работ об исследовании упомянутого индекса NAREIT, его зависимости от финансовых факторов и их ожидаемых доходностей. Однако, как было сказано ранее, существует множество исследований, которые пытаются объяснить, что такое индекс NAREIT, как изменяются его показатели, а также, почему они изменяются именно так. В данной работе будет раскрыта тема изменения волатильности индекса NAREIT в зависимости от различных финансовых переменных. Исследование, проведенное в работе, строится на данных с 1998 по 2012 год. Указанный период захватывает мировой финансовый кризис 2008-2010 года и тем он, в частности, интересен. В исследовании, я попытаюсь, однако, нивелировать эффект кризиса на переменные, поскольку данный шок сильно смещает результаты исследования, при ограниченном количестве данных. Исследование, проведенное в данной работе, использует метод Векторной авторегрессионной модели, или VAR.

Исследовав рынок REITs, я выяснила, что агрегированный индекс NAREIT зависит от изменений индекса NCREIF, а также сильно зависит от внезапных шоков данной переменной. Помимо этого, индекс NAREIT тесно связан с изменениями и инновациями в облигациях и значениями S&P500. В работе продемонстрировано, что влияние индексов акций мало капитализированных компаний на колебания индекса REITs немного уменьшилось за последние годы, в сравнении с более ранними промежутками времени. Индекс REITs на новом промежутке стал более похож по поведению на индексы, относящиеся к облигациям, и акциям высоко капитализированных компаний. При исследовании совокупного влияния рынка акций, можно с высокой степенью уверенности сказать, что индекс NAREIT наиболее схож с поведением акций.

Рассмотрев различные статьи, а также основную литературу, я провела исследование, которое подтвердило влияние переменной, отвечающей за коммерческую недвижимость, а также других эндогенных компонент на NAREIT. Разложив волатильность изучаемого индекса на составляющие компоненты, я выяснила, что NAREIT с течением времени стал чуть более похож по поведению на акции S&P, что лишь подтверждает раннее исследование по данному вопросу. Их объясняющая составляющая в волатильности NAREIT по всем значениям за год увеличилась в среднем на 4% к новому периоду. Далее рассмотрев влияние облигаций и влияние сектора недвижимости на объяснение волатильности индекса NAREIT, я обнаружила, некоторые из выводов статей Clayton, MacKinnon (2002) не подходят под нынешний промежуток времени, что поведение рынка REITs стало более подходить под поведение одной из этих компонент. Объясняющая сила облигаций волатильности индекса NAREIT в среднем увеличилась на 6%, тогда как объясняющая составляющая коммерческой недвижимости в среднем упала на 6,4%, однако, согласно указанной выше статье, объясняющая сила коммерческой недвижимости сильно увеличилась. Идиосинкразическая величина NAREIT в среднем уменьшилась за четыре квартала на 5.47%. Важно заметить, что данная величина включает в себя влияние кризиса, который включен в данное значение. Обойти влияние кризиса полностью в исследовании не удалось, поскольку для этого пришлось бы рассматривать под-периоды, которые включали бы в себя период до кризиса, во время кризиса и после него. Однако, ввиду ограничения внесенного выбором индекса NCREIF, поквартальные данные дали бы слишком мало наблюдений для проведения статистически значимого исследования и получения состоятельного результата по трем периодам. Поэтому в данной работе рассматривается один цельный период, где период кризиса контролируется фиктивной переменной. По итогам исследования второй и третий кварталы нынешнего периода являются наиболее репрезентативными по сравнению с исследованиями статьи, поскольку именно в эти периоды идет наибольшее объяснение волатильности NAREIT.

## **О REITs**

REITs (Real Estate Investment Trusts), трасты, созданные на основе паевых фондов, впервые были основаны в 1960 году, открывая возможность инвестирования в доходную недвижимость. Индекс REITs это свод показателей,

описывающих состояние рынка. По субъектному составу доходы упомянутых фондов включают в себя такие составляющие, как доходы с апартаментов, офисных помещений, отелей, торговых центров, региональных моллов, инфраструктуры, коммерческой недвижимости, индустрии, курортных секторов, мануфактурного сектор и прочее. Процентные соотношения данных секторов можно увидеть на диаграмме в Приложении (1). Данные фонды имели право инвестировать в любые возможности, приносящие доход, связанные с недвижимостью, будь то доход с арендной платы, или доход с ипотечного кредитования. Инвестиции производились по тому же принципу, как и инвестиции в акции и облигации. Коротко, процесс инвестирования в данные фонды можно описать следующим образом. Инвестор, желающий инвестировать в фонд, вкладывает некоторую (как правило - большую) сумму денег в фонд. Фонд вкладывает приобретенные средства в портфель недвижимости, которая приносит доход. Через определенное время, как правило, не менее 5 лет, фонд распродает недвижимость, закрывается и выплачивает дивиденды пайщикам. Инвестор получает доход в виде дивидендов, а также возможную премию, если фонд закрывается.

В данный момент в список REITs включены компании и недвижимость примерно из 30 стран, в которых REITs имеет все возможные активы, начиная от жилых комплексов, заканчивая учебными учреждениями. Основные два типа REITs: REITs основанный на акциях, которые составляют 90% всего рынка REITs (Equity REITs), и REITs основанный на ипотечном кредитовании (Mortgages REITs), 10% от рынка. Общая капитализация REITs составляет порядка 1 триллиона долларов США. В REITs содержится более 300 фондов и компаний, торгующихся на рынке. За последние десять лет рынок REITs стал еще более актуален, поскольку он удвоил доходности по некоторым из своих секторов, таких как здравоохранение, ритейл, жилищное строительство.<sup>1</sup>

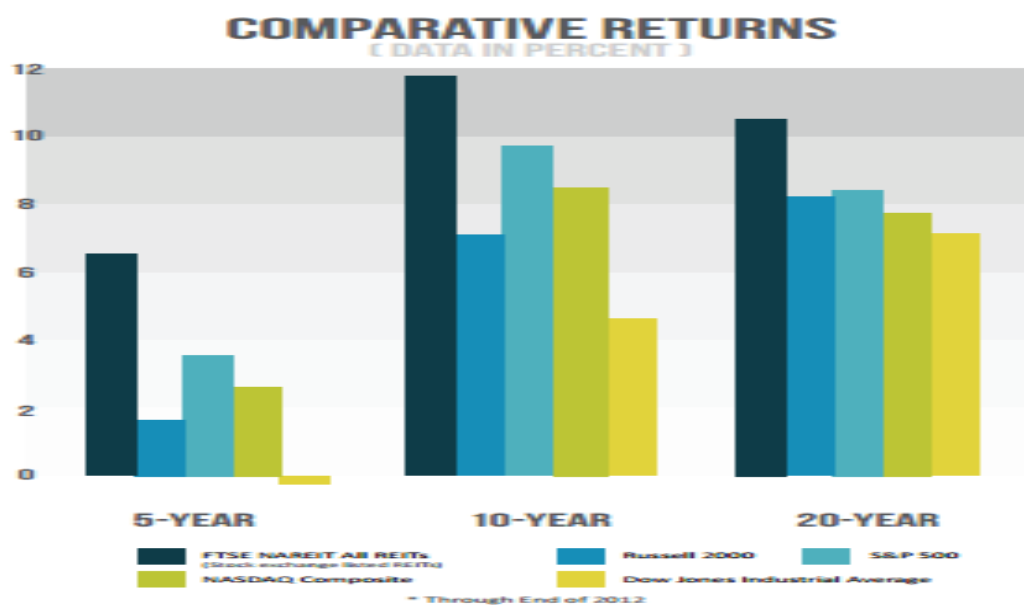
Чтобы попасть в список REITs компании необходимо соответствовать нескольким критериям отбора, таким как: инвестировать, по крайней мере, 75% всех активов в недвижимость, получать, по крайней мере, 75% доходов с недвижимости, платить 90% налогооблагаемого дохода дивидендами каждый год. Так, например, в

---

<sup>1</sup> *Официальный сайт REITs, раздел Reits by Numbers // доступно на [www.Reit.com](http://www.Reit.com), проверено 20.06.2013*

2012 году, было заплачено 29 миллиардов долларов в виде дивидендов.<sup>2</sup> На данном этапе, в состав REIT входит четыре основных типа фондов: Паевые инвестиционные фонды, биржевые фонды, закрытые фонды, глобальные фонды.

По предложенной далее сводной статистике по REITs, индекс FTSE NAREIT (NAREIT или FNAR)<sup>3</sup> показывает наилучшие результаты в течение каждого из периодов: 5, 10 и 20 лет, по сравнению с такими показателями, как индексы Russell2000, S&P500, NASDAQ, Dow Jones Industrial. Особенно сильный рост был за десять лет, после основания данного индекса. Информация была взята с сайта REITs.<sup>4</sup> По данным REITs, глобальная капитализация REITs на конец 2012 года, составляет 603415.3 миллиона долларов. За 2012 год, капитализация увеличилась на 33% с отметки в 450500 миллиона долларов.<sup>5</sup>



Основным принципом построения индекса REITs служит суммарная капитализация отрасли, взвешенная по доли занимаемого этой отраслью рынка. Статистика по индексу обновляется ежедневно. Помимо перечисленных составляющих, при подсчетах в REITs учитываются также такие компоненты, как

<sup>2</sup> Официальный сайт REITs, посвященный обсуждению REITs// доступно на <http://www.reit.com/REIT101/WhatisaREIT.aspx>, проверено 20.06.2013

<sup>3</sup> Индекс FTSE NAREIT индекс, основанный на капитализации рынка, включающий в себя все облагаемые налогом REITs, которые вывешены на Нью Йоркской фондовой бирже, Американской фондовой бирже, и NASDAQ. Индекс не регулируется в свободном обращении, а компоненты индекса не обязаны соответствовать минимальному критерию ликвидности. Доступно на Reit.com, проверено 20.06.2013  
(<http://www.reit.com/DataAndResearch/IndexData/RealTimeIndexReturns/US/All-REITs.aspx>).

<sup>4</sup> Раздел Reit story, посвященный информации о REITs // доступно на [www.reit.com](http://www.reit.com), проверено 20.06.2013

<sup>5</sup> Данные взяты с официального сайта REITs.// доступно на [www.Reit.com](http://www.Reit.com), проверено 20.06.2013



Real Estate 50, Mortgage REITs, Home Financing, Commercial Financing. При агрегировании всех данных компонент составляется индекс NAREIT, который я выбрала для оценки в своей работе.

В своем исследовании Giliberto (1990) доказал взаимосвязь между NAREIT и NCREIF (National Council of Real Estate Investment Fiduciaries). Далее индекс NCREIF использовали Clayton, MacKinnon (2002). Данный индекс я планирую использовать в своей работе, как переменную объясняющую волатильность NAREIT. Однако, перед описанием исследования стоит понять, что подразумевается под данным индексом, как работает данный инструмент, каков принцип использования и построения данного индекса.

Название индекса NCREIF является сокращением от National Council of Real Estate Investment Fiduciaries. NCREIF начал свою историю с 1977 года. Он включает в себя поквартальные данные, включающие такие компоненты как доходности с коммерческой недвижимостью, индустрий(15%), офисов(35%), ритейла(24%), апартментов(24%), отелей(2%)<sup>6</sup>. В целом, индекс NCREIF практически дублирует индекс NAREIT, по некоторым компонентам. В моем исследовании, я взяла этот индекс, поскольку он будет отождествлять отношение NAREIT к коммерческой недвижимости. Данный индекс также используется во множестве статей, как сравнительный показатель к NAREIT<sup>7</sup>, Clayton, MacKinnon (2002), Fisher J.D.<sup>8</sup>. Индекс базируется на основе покупаемой недвижимости, которая фиксируется, как будто её купили в начале квартала и продали в конце квартала. Потоки, на основе которых строится доходность данного индекса, является разностью между операционным доходом (Operation Income) и капитальными издержками (CAPEX). Индекс предполагает, что недвижимость не имеет никаких финансирования заемными средствами. Также еще одна важная предпосылка данного индекса – цена на недвижимость калькулируется до изъятия налога. Одной из важных проблем данного индекса является его сглаженность. Нужно провести

---

<sup>6</sup> Real Estate Research Corporation, компания изучающая коммерческую недвижимость. Презентация по NCREIF// доступно на <http://research.erc.com/media/BAhbBlSHOqZmSSJDMjAxMi8wNC8wNS8wMy8yNy8zNS82ODMvV2hhdF9pc19OQ1JFSUZfQUIfV2ViaW5hc19Ob3ZfMjAxMC5wZGYGOqZFVA/what-is-ncreif-ai-webinar-nov-2010.pdf>, проверено 20.06.2013. сам, сайт компании доступен на <http://research.erc.com/>, проверено 20.06.2013

<sup>7</sup> Например статья Giliberto (1990)

<sup>8</sup> Bis Papers No21

процедуру unsmoothing для того, чтобы использовать данный индекс<sup>9</sup>. Процедура подробно была проведена Quan, Quigley (1991)<sup>10</sup>, у меня описание процедуры можно будет найти далее, в разделе проведенных тестов.

## Цель работы

Основная цель работы – показать, что определяет поведение волатильности индекса NAREIT<sup>11</sup>. Данную задачу я решаю с помощью разложения волатильности индекса на компоненты, у каждого из которых есть объясняющая сила данной волатильности. Данная работа основывается на статье Clayton, MacKinnon (2002), представляет исследование REITS и предпринимает попытку объяснить, к чему этот индекс относится более, к финансовым инструментам, таким как акции, или к значениям изменения цен на недвижимость. Представленный индекс я исследую в отличие от метода, предложенного в статье через модель VAR. Анализ пройдет на основе факторов, которые представлены в статье. Изменение доходности индекса S&P, выступающего в роли индекса, представляющего акции высоко капитализированных компаний. Доходность с индекса Lehman Brothers Aggregate Bond Index, известного после 2008 года как Barclays Capital Aggregate Bond Index, индекса RUSSELL 2000, схожего с S&P, но отражающего доходность акций мало капитализированных компаний. А так же индекс NCREIF, включающий в себя как увеличение цены, так доход от аренды или кредитования, и отражающего коммерческую недвижимость. Так же, как и в статье, в данной работе будет показано, как следует разделить NAREIT и к чему следует отнести больше данный финансовый инструмент - к акциям, облигациям или коммерческой недвижимости. В работе будет представлен более современный промежуток времени с 1998 по 2012 год, плавно продолжающий промежуток статьи, основывающийся на промежутке с 1978 по 1998 года. Отличием данного исследования от исследования выше указанных авторов – является рассмотрение зависимости поведения NAREIT от других индексов исключительно на цельном промежутке, без включения в исследование краткосрочных интервалов.

---

<sup>9</sup> *US commercial real estate indexes: the NCREIF property index* // доступно на <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf> проверено 20.06.2013

<sup>10</sup> Quan and Quigley, "Price formation and the appraisal function in real estate markets", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 1991

<sup>11</sup> Официальный сайт REITS // доступно на [www.Reit.com](http://www.Reit.com), проверено 20.06.2013

## Обзор используемой литературы

Основными источниками моей работы являются два пособия, а также статья на которую опирается моё исследование. О них рассказано ниже.

Помимо основных источников были взяты вторичные, на которые ссылались авторы исследования, а также некоторые другие материалы, которые я задействовала для более подробного рассмотрения проблемы и вопросов по методологии.

### Основные источники

Основная статья, на которой основывается моё исследование это статья Clayton, MacKinnon (2002). Авторы данной статьи рассматривают зависимость между REITs, финансовыми активами и активами рынка недвижимости. Основная работа авторов состоит в том, чтобы исследовать, является ли индекс NAREIT хорошим показателем для изменения цен на недвижимость, или же данный индекс более подходит под объяснение поведения акций и облигаций. В своем исследовании, авторы используют индекс NAREIT, который представляет собой общий сектор рынка недвижимости. Также они берут финансовую переменную NCREIF, обозначающую общую доходность с коммерческой недвижимостью, а также индексы отвечающие за доходности акций<sup>12</sup> и облигаций<sup>13</sup>. Авторы статьи разбивают данные помесячно, и поквартально и оценивают несколько периодов, краткосрочный период, по части данных, и долгосрочный период, по всем данным. Промежуток времени, который рассматривают авторы 1978-1998. В текущей работе, я рассматриваю более актуальный промежуток, чтобы показать нынешние составляющие и влияние на волатильность индекса NAREIT. В своей статье, авторы взяли мульти факторную модель, которая зависела от доходностей S&P500, доходности рынка облигаций, бумаг рынка коммерческой недвижимости. Для декомпозиции волатильности индекса NAREIT авторы взяли стационарные данные, а также не сглаженные, не делагированные (unsmoothed) данные по коммерческой недвижимости. В заключении, авторы утверждают, что акции с большой капитализацией являлись более значимыми в волатильности индекса NAREIT нежели, чем акции с малой капитализацией. Также заключением авторов служит

---

<sup>12</sup> Это индексы S&P500 Large Cap index, и Russell2000 Small Cap index

<sup>13</sup> Это индекс Lehman Brother Aggregate Bond Index

подтверждение факта, что волатильность индекса NAREIT информативно объясняется индексом коммерческой недвижимости.

Второй источник, статья Chris Brooks, Sotiris Tsolacos «Real Estate Modelling and Forecasting» (2010) описывает методы использования VAR в секторе недвижимости, а также описывает возможные проблемы, с которыми можно столкнуться при использовании данного метода. Источник является методическим материалом, на основе которого была проведена эконометрическая часть исследования.

Третьим основным источником является другое учебное пособие от Chris Brooks (2008). Данное пособие также содержит в себе эконометрическую теорию о моделировании и оценивании индекса REITs с помощью методов VAR.

#### **Вторичные источники**

Из вторичных источников были выделены следующие статьи и информационные материалы. Полный список используемых материалов можно найти в разделе Список Литературы.

Статья Hoop Cho (2001) – Unsmoothing Commercial Property Returns. Её я отнесла к вторичным материалам, поскольку её я рассматриваю как одну из возможностей преобразования данных индекса NCREIF. В данной статье описывается процедура разглаживания или далагирования, которая требуется, при использовании индекса REIT в исследовании. Авторы статьи базируют свой анализ на американском индексе NCREIF в периоды с 1978 по 1999. Также они используют индекс широко используемый в Великобритании IPD (Investment Property Databank). Данный индекс имеет данные, распределённые с месячным интервалом. Индекс IPD, по мнению авторов более информативен, нежели REITS. Авторы статьи убирают предвзятость оценки при процедуре разглаживания в особых случаях.

Следующий источник, который так же помог мне в моем исследовании это статья “Are REITs Stocks?” Ghosh, Miles, Sirmans (1996). В своей работе авторы сравнивают REITs с облигациями и акциями. Они говорят, что REITs больше похожи на акции, из-за похожего бесконечного срока жизни и неопределенного денежного потока в течении этой жизни. Авторы статьи измеряют историческую

корреляцию доходностей индекса NAREIT и другими индексами, такими как S&P500. В своем исследовании, авторы берут индекс NAREIT, исключая элемент здравоохранения, и рассматривают его корреляцию с некоторыми подтипами индекса S&P. В своей работе, авторы обнаружили, что корреляция между индексом NAREIT и композиционными частями S&P падает со временем. Так, корреляция, по подсчетам авторов упала с 0.777 до 0.401 за менее, чем десять лет. Таким образом, авторы статьи заключают, что индекс REITs стал менее схож с акциями высоко капитализированных компаний, поэтому при сравнении с индексом, авторы заключают, что NAREIT это «уникальная бумага». Авторы подтверждают свою теорию, проверяя корреляцию NAREIT со спредом, взятым сначала по компаниям с малой капитализацией, а затем по доллару. Это исследование позволяет авторам статьи присвоить индексу NAREIT характеристику, как менее ликвидного актива, чем другие подобные акции.

Помимо упомянутых авторов зависимость между индексом NAREIT и S&P изучали Peng Fei, Letian Ding, Yongheng Deng (2008). Они провели исследование методом GARCH, на промежутке с 1987 по 2008 года, распределив данные по месяцам. Авторы обнаружили интересную зависимость между индексами NAREIT и S&P. Чем корреляция между вышеуказанными двумя индексами была ниже, тем индекс REITs показывал лучшие результаты. Также они взяли EREITS, включающий в себя исключительно акции. Они обнаружили положительную зависимость между доходностями EREITS и прямого реального сектора недвижимости. Авторы статьи нашли некоторую зависимость между прямой недвижимостью, REITs и финансовым рынком. Авторами статьи были взяты государственные облигации США, как один из факторов, с помощью которого они проводят анализ. Помимо этого они взяли индекс S&P/Case-Shiller, чтобы обозначить им чистый доход с недвижимости, а так же был взят S&P500 целиком, как репрезентативный индекс финансового рынка.

Исследование о «гибридности» индексов недвижимости затронуло множество различных исследователей. Так, например, на примере Австралийского индекса коммерческой недвижимости LPT (Listed Property Trusts), авторы Newell, Keng (2005) показали, что влияние акций на индекс сильно уменьшилось, что не противоречит исследованиям, описанным мной выше (Fei, Ding, Deng 2008, Ghosh, Miles, Sirmans 1996). Автор статьи в своем исследовании показывает, что корреляция с рынком облигаций сильно возросла. Также, при декомпозиции волатильности, объясняющая составляющая облигаций сильно возросла, тогда, как объясняющая

составляющая акций сильно упала с 64.2% до 4.4%. Также, на основании исследования Newell, Keng, делается заключение, что LPT стало самостоятельно объяснять себя. Идиосинкразическая переменная возросла с 28.7% до 66.5%.

Следующая статья, статья M.Giliberto (1990) Equity Real Estate Investment Trusts and Real Estate Returns. Автор статьи рассматривает зависимость между данными индексами. В статье, автор рассматривает взаимосвязь между несекьюритизированными активами и индексом NAREIT. Заключением статье служит объяснение, что у рынка NAREIT и NCREIF существует ряд одинаковых факторов, одинаково влияющих на эти два индекса. Между тем, в статье показано, что, NCREIF можно использовать как дополнительную переменную в исследованиях, поскольку на неё акции и облигации оказывают гораздо более слабое влияние, нежели на индекс NAREIT.

Статья Bundry, Kallberg, Liu (2005) пытается объяснить отклонения REITS от истинного значения, а так же авторы пробуют описать значение самого индекса NAREIT. Авторы описывают доходность REITs с помощью общих акций, преферентных акций, облигаций. Авторы статьи, так же как и многие предыдущие авторы используют Large Cap S&P индекс, а так же используют NAREIT как объясняемую переменную. Данное исследование подтверждает исследование моей основной статьи Clayton, MacKinnon (2002), о том, что NAREIT действительно является неким гибридом акций, облигаций и коммерческой недвижимости.

Следующая статья является одной из основополагающих в сфере изучения REITs. Статья Ling, Naranjo (2003) описывает взаимодействие краткосрочной и долгосрочной динамики сектора REITs. Авторы ищут взаимосвязь, является ли улучшение или ухудшение доходностей индекса NAREIT причиной по увеличению или уменьшению прихода капитала в данный сектор экономики. Важное наблюдение авторов статьи состоит в том, что потоки REITs положительно зависят от потоков, зафиксированных за квартал до точки отсчета, и негативно зависят от потоков, которые были зафиксированы за два квартала назад от точки отсчета. Авторы статьи используют метод VAR для поиска собственных результатов.

Также вклад в рассмотрение REITs с помощью разных компонент внесли такие авторы как Hoelsi, Lizieri (2007). Они исследуют коммерческую недвижимость и её роль. Данная статья рассказывает о важности использования коммерческой недвижимости и включения её в акции пенсионных фондов Норвегии. Данная работа

также упоминает основные детерминанты, которые можно использовать при исследовании REITs. Такие компоненты как гос. облигации, рост ВВП, доходности акций и облигаций финансового рынка, индекса коммерческой недвижимости NCREIF, IPD.

Следующая статья внесла свой вклад в развитие моделей VAR. Автор Runkle (1987) в своей статье считает доверительные интервалы для метода подсчета импульсных откликов, а так же для метода декомпозиции волатильности. Продолжая исследования Sims (1980) по данной проблеме, Runkle использует модель VAR чтобы объяснить зависимости между различными макроэкономическими переменными.

Как видно из выше описанных статей, многие авторы посвятили свои работы исследованию декомпозиции NAREIT, а так же к исследованию с помощью метода VAR. Помимо мною перечисленных и кратко описанных работ, существуют множество других авторов, которые так же исследовали данный вопрос. Так, например, McIntosh и Liang (1991), Khoo, Hoesli (1993) в своем исследовании относительно чувствительностей перед коэффициентами уравнения REITs. Далее исследование продолжили Ding, Den, Fei (2008) на более новом промежутке времени. Свой вклад в развитие REITs внесли так же и Hoesli, Lizieri (2007), Geltner, Miller (2010).

Рассмотрев данные источники, а также некоторые из источников, на которые ссылались авторы используемых мною статей, я сделала попытку рассмотреть проблему объяснения, что такое REITs и декомпозицию данного индекса по основным трем составляющим. Однако, в отличие от предшественников, я взяла более современный интервал времени, а также менее распространенный метод оценки – VAR.

## Глава II: Методология

### Проблема

Основная цель работы это показать на какие влияющие компоненты можно разложить волатильность индекса NAREIT. Представленный индекс я попытаюсь в отличие от метода, предложенного в основной статье<sup>14</sup>, описать через модель VAR. Анализ пройдет на основе тех же факторов, которые представлены в выше указанной статье. Это такие факторы, как изменение индекса S&P, выступающего в роли индекса, отражающего доходности акций высоко капитализированных компании, индекс Barcap (Barclays Capital Aggregate Bond Index), индекса RUSSELL2000, схожего с S&P, но отражающего акции мало капитализированных компаний, а так же индекса NCREIF, отражающего влияние коммерческой недвижимости на индекс NAREIT.

Основной проблемой была подборка верных индексов для моей работы, поскольку от них зависела статистическая значимость моей модели и её состоятельность. Поскольку индекс NCREIF не имеет идеальной замены, мне пришлось расширить интервал изначальных наблюдений до 1998 года с 2008. Данное решение было принято на основе выпуска данных по индексу NCREIF. Индекс публикуется с интервалом в один квартал, а потому, при попытке взять изучаемый интервал с 2008 по 2012 год, я получила малое количество наблюдений, что указывает на будущую не значимость модели, а также на несостоятельность коэффициентов и их завышенные значения. В результате, мне пришлось расширить исследуемый интервал до 1998 года. В таком случае, я оцениваю 60 наблюдений, и мой интервал исследования не пересекается с интервалом исследования в статье Clayton, MacKinnon (2002).

При выборе данных из указанного промежутка времени возникает некоторая проблема возможной несопоставимости данных, проблема связаны с тем, что данные с 1998 по 2012 захватывают интервал кризиса, где произошли серьезные изменения и шоки с индексами NAREIT, NCREIF и остальным финансовым рынком. Динамику данных индексов я представила графически в разделе Приложение(2). Чтобы проконтролировать кризис, и смягчить его влияние на переменные, я использую фиктивную переменную CRISIS. Оригинальная модель VAR не

---

<sup>14</sup> Clayton, MacKinnon (2002)



предполагает подобных переменных, и исследования на основе данной модели следуют принципу “let the data decide”<sup>15</sup>. Проведя исследование с фиктивной переменной и без неё, я нашла единственный плюс не включения переменной кризиса. При проведении процедуры декомпозиции волатильности, значение волатильности получилось немного ниже, нежели при включении переменной. А объясняющая сила переменных на небольшую долю выше. Однако, при исключении переменной тест причинности по Грейджеру перестает показывать статистически значимые результаты. Уменьшение волатильности на несколько пунктов не значительно, тогда как тест причинности по Грейджеру важная составляющая проведения исследования методом VAR. Поэтому я приняла решение включить переменную, поскольку она увеличивает  $R^2$ , коэффициент детерминации, полученного уравнения модели, а также появляется статистически значимые показатели тест причинности по Грейджеру.

## О модели VAR

Моя модель оценки волатильности строится на основе метода VAR предложенного Brooks, Tsolacos (2010).

Метод VAR (Vector Autoregressive model) был внедрен Sims (1980). Модель является гибридом между временными рядами и одновременными уравнениями. Модель часто используется при анализе динамических изменений множественных эндогенных переменных. Поскольку иногда попадаются одновременные уравнения, у которых эндогенные переменные встречаются не только с правой, но и с левой стороны равенства, оценивать данные уравнения с помощью систем одновременных уравнений неудобно, поскольку это требует преобразования  $N$  одновременных уравнений в структурную форму. Для этого подходит метод VAR. Метод VAR оценивает каждую эндогенную переменную в системе уравнений, как функцию от собственных лагов и лагов других эндогенных переменных.

Данную модель в общих чертах можно описать двумя функциями представленными ниже:

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \dots + \beta_{1k}y_{1t-1k} + \alpha_{11}y_{2t-1} + \dots + \alpha_{1k}y_{2t-k} + u_{1t}$$

$$y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}y_{2t-1} + \dots + \beta_{2k}y_{2t-1k} + \alpha_{21}y_{1t-1} + \dots + \alpha_{2k}y_{1t-k} + u_{2t}$$

---

<sup>15</sup> Brooks, Tsolacos *Real Estate Modeling and Forecasting* (2010).

Где  $u$  – это белый шум, а значения  $u$  с убывающим индексом – разные эндогенные переменные с определенным порядком лага.

Модель VAR имеет свои незаменимые преимущества перед другими моделями. Все переменные в уравнениях оцениваемых методом VAR – эндогенные. Это отличает метод VAR от обычных одновременных уравнений. Также VAR более подходит для оценки волатильности и зависимости волатильности от других факторов, нежели финансовый метод GARCH (General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) ввиду того, что VAR показывает так же корреляции между волатильностью разных эндогенных факторов. То есть мы прибегаем к методам матричного анализа. Заключительный плюс модели VAR заключается в том, что особенность предсказания данной модели гораздо лучше, чем традиционных моделей. Данный плюс был доказан McNees (1986) на примере предсказания уровня инфляции и ВВП.

Существует несколько видов модели VAR.

- 1) Сокращенная форма (Reduced form)
- 2) Рекурсивная форма (Recursive form)
- 3) Структурная форма (Structural form)
- 4) Модель VAR с экзогенной переменной.

Сокращенная форма модели VAR объясняет каждую переменную как линейную функцию, зависящую от собственных прошлых значений, прошлых значений других переменных и некоррелированной ошибки.

Рекурсивная форма конструирует ошибки в каждой регрессии таким образом, чтобы они были не коррелированы друг с другом. Эта процедура выполняется с помощью добавления одновременных переменных, как регрессоров. Подробнее этот метод рассмотрел в своей работе Lutkepohl (1993).

Структурная форма модели VAR использует экономическую теорию, чтобы решить проблему с регрессорами. Структурная форма нуждается в определяющих предпосылках, чтобы утвердить зависимую связь между переменными. Это производит дополнительные инструментальные переменные.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> *Изначальный источник материала Stock, James H., and Mark W. Watson, "Vector Autoregressions," Journal*

Модель VAR с экзогенной переменной представляет из себя следующее уравнение.

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + b x_t + e_t,$$

где компоненты вектора  $x_t$  являются экзогенными переменными. Экзогенные переменные это те переменные, которые определяются вне модели VAR. Часто такие модели еще называют VARX. Использование экзогенных переменных не рекомендуется в модели VAR, поскольку истинная модель VAR не предполагает подобных ограничений.<sup>17</sup> Под экзогенными переменными в данном случае подразумеваются макроэкономические переменные. Переменную, которую использую я, для контроля кризиса, никак не влияет на результаты модели VAR. Данная переменная влияет исключительно на константу, изменяя её значение в периоды кризиса.

## Волатильность

Под волатильностью в данном случае подразумевается следующее. “Волатильность - это статистический финансовый показатель, характеризующий изменчивость цены”.<sup>18</sup>

Существует много исследований по поводу волатильности. В её исследование вложились такие исследователи как Glosten, Milgrom(1985), Roll (1984), Creswell, Julie, Louise (2011). Волатильность - важная мера при исследовании рынков, особенно в периоды кризиса. В большинстве случаев, при исследовании волатильности рынка, используются финансовые или макроэкономические переменные.<sup>19</sup> В данной работе я так же буду оценивать волатильность, а вернее её декомпозицию, в зависимости от разных финансовых переменных. На данном примере, я покажу, как изменилась структура волатильности индекса NAREIT за несколько лет. Многие авторы, например Gatheral J. (2006), Andersen, Torben, Bollerslev, Tim (1998) исследовали волатильность и её поведение для составления прогнозов. Волатильность обязательная компонента для любого инвестора. Поэтому,

---

*of Economic Perspectives, Vol. 15 No. 4 (Fall 2001), 101-115.// доступен на <http://web.uconn.edu/cunningham/econ397/VARs-SW.pdf>, проверено 20.06.2013*

<sup>17</sup> Brooks, Tsolacos 2010, *Real Estate Modelling and Forecasting*,

<sup>18</sup> Саймон Вайн Опционы. Полный курс для профессионалов. — М.: Альпина Пабlishер, 2008. — 466 с.

<sup>19</sup> Garman, M. B. and Klass, M. J. (1980) *On the estimation of security price volatility from historical data ; Journal of Business, 53(1):67--78*

зная декомпозицию волатильности, инвестор сможет лучше ориентироваться на рынке REITs.

Существует два типа волатильности, историческая (historical) и ожидаемая (implied) волатильность.

Под исторической волатильностью понимается обычное определение из курса статистики. «Это величина равная стандартному отклонению стоимости финансового инструмента за заданный промежуток времени, рассчитанному на основе исторических данных о его стоимости»<sup>20</sup>

Формула для подсчета волатильности следующая:

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m - x_i)^2$$

Где:

$\sigma$  = стандартное отклонение, или историческая волатильность,  $n$  = количество наблюдений,  $m$  = среднее арифметическое,  $x_i$  = изменения цены, где  $m$  можно измерить следующим образом:

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

«Ожидаемая волатильность - это волатильность, вычисленная на основе текущей стоимости финансового инструмента в предположении, что рыночная стоимость финансового инструмента отражает ожидаемые риски».<sup>21</sup>

Стоит отметить, что при анализе с помощью волатильности, проще работать с изменением цен, или другими словами - доходности, чем с конкретными величинами. Это увеличивает их сравнимость между собой, а так же таким образом мы скорее всего добьемся стационарности наших рядов.

---

<sup>20</sup> Сайт Forex Euroclub, компании Forex Euroclub, основанной в 1998году, раздел обучение Forex, словарь терминов, волатильность// доступно по <http://enc.fxeuroclub.ru/385/>, проверено 20.06.2013

<sup>21</sup> Сайт Forex Euroclub, компании Forex Euroclub, основанной в 1998году, раздел обучение Forex, словарь терминов, волатильность// доступно по <http://enc.fxeuroclub.ru/385/>, проверено 20.06.2013

Доходности можно получить двумя способами. Первый способ это разность следующего значения ряда с предыдущим, разделенное на предыдущее. Или по-другому:

$$x_i = \frac{P_{i+1} + P_i}{P_i}$$

Также, можно получить идентичную величину с помощью натурального логарифмирования дроби цены периода t+1 и цены периода t. Или по-другому:

$$x_i = LN\left(\frac{P_{i+1}}{P_i}\right)$$

## Проведенные тесты

Для достижения своей цели я использую эконометрическую программу Eviews 7, в которой я провожу ряд тестов, необходимых для получения статистически верных результатов по моей модели. Выбор данных процедур основан на методологии подобранной Brooks, Tsolacos (2010), чью литературу я использую как один из основных источников.

Для того чтобы добраться до декомпозиции волатильности и изучения составляющих частей волатильности индекса NAREIT, для начала следует провести ряд тестов, таких как:

### Процедура Unsmoothing доходности NCREIF

Данная процедура описана подробно в статье Quan, Quigley (1991). Здесь, ниже, я приведу лишь выдержку принципа, по которому я проводила процедуру unsmoothing. Данная процедура важна, чтобы скорректировать лаг по индексу Geltner, Miller.<sup>22</sup>

Итак, данная процедура состоит из следующих действий. У нас есть оптимальное значение оцененной величины NCREIF, обозначим её за  $V_t^*$ . Скользящее среднее по данной величине составлено следующим образом:

$$V_t^* = aV_t + a(1 - a)V_{t-1} + a(1 - a)^2V_{t-2} \dots$$

---

<sup>22</sup> Geltner, Miller, *Commerical Real Estate Analysis and Investments*.

где  $V_t^*$  - оптимальное значение оцененной величины NCREIF за период  $t$ ,  $V_t$  – значение, которые мы получим после процедуры делагирования.

Скользящее среднее можно привести в вид

$$V_t^* = aV_t + (1 - a)V_{t-1}^*$$

Следуя статье Jeffrey D Fisher<sup>23</sup>, где эмпирическим путем найдено, что  $a=0,4$  можно сказать, что достоверное значение  $V_t$  мы получим следующее

$$V_t = 2,5V_t^* - 1,5V_{t-1}^*$$

### Стационарность

Данный тест необходим в моем исследовании, поскольку перед тем как начать работу, необходимо получить стационарность во всех данных. При отсутствии стационарности может возникнуть ряд проблем. Данные, которые не являются стационарными, сложно смоделировать или построить на их основе предсказание. Результаты, полученные с помощью нестационарных данных, обычно ставят под сомнение верность модели, а так же являют странные, неоправданные результаты. Результаты, основанные на нестационарных данных, могут привести к возникновению зависимостей между теми переменными, где зависимости быть не должно.<sup>24</sup>

Основные условия стационарности по статистическим и математическим критериям выглядит следующим образом:

$$E(Y_t) = E(Y_{t-1}) = \mu, Var(y_t) = Var(y_{t-1}) = \sigma_y^2, cov(y_t, y_{t-1}) = cov(y_{t-j}, y_{t-j-i}) = \gamma$$

Чтобы убрать не стационарность моих временных рядов, следует провести ряд процедур.

<sup>23</sup> J.D. Fisher, *Us commercial real estate indices: the NCREIF property index* // доступно на <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>, проверено 20.06.2013

<sup>24</sup> Сайт Investopedia, раздел *Introduction To Stationary And Non-Stationary Processes*, // доступно по <http://www.investopedia.com/articles/trading/07/stationary.asp>, проверено 20.06.2013

- Для начала рассмотрим коррелограммы данных. Если же данные являются нестационарными, это легко можно пронаблюдать по поведению коррелограм и p-value данных коррелограм.
- Далее, требуется провести процедуру Augmented-Dickey-Fuller тест, который покажет Unit root. При не стационарности данных, t статистика будет маленькой, а значение p-value превышать допустимые уровни значимости.

Тест ADF выглядит следующим образом:

$$\Delta z_t = \theta z_{t-1} + a_1 \Delta z_{t-1} + a_2 \Delta z_{t-2} + \dots + a_p \Delta z_{t-p} + a_t$$

$H_0: \theta = 0$ , данные нуждаются в обработке, для достижения стационарности

$H_1: \theta < 0$ , данные не нуждаются в обработке. Они стационарны.<sup>25</sup>

- Чтобы решить данную проблему, следует взять разность первых или вторых порядков по рядам. Данная процедура берет значение нынешнего периода и вычитает значение прошлого периода временных рядов.
- После разности первого или второго порядка, данные становятся стационарными и данную спецификацию данных можно использовать в исследовании.

### Корреляционная матрица

Следующая необходимая процедура для продвижения к декомпозиции волатильности, это поиск корреляций между данными. Это необходимо, поскольку это повлияет на порядок расположения данных в модели. Данными по корреляции, я фиксирую изначальное расположение переменных, от которого буду отталкиваться при проведении исследования.

Данные в работе расположены в порядке убывания корреляций. В разделе эконометрики, однако, я покажу, что данное расположение оказалось не самым оптимальным для поиска декомпозиции волатильности.

<sup>25</sup> Статья, посвященная тесту Dickey-Fuller. // доступно по <http://faculty.smu.edu/tfomby/eco6375/BJ%20Notes/ADF%20Notes.pdf>, проверено 20.06.2013

## Поиск лага модели VAR

Важная процедура, используемая в исследовании, это поиск порядка лага для метода VAR. Данная процедура выполняется на основе нескольких критериев поиска. Основными считаются Akaike information criterion(AIC), Schwarz information criterion(SC), Hannan-Quinn information criterion(HQ), Likelihood Ratio(LR).

В данной работе, я буду основываться на Akaike information criterion(AIC), следуя методологии предложенной в литературе Brooks and Tsolacos(2010).

Данные критерии оцениваются следующим образом:

Likelihood ratio:

$$LR = T[\log |\Sigma_r| - \log |\Sigma_u|]$$

Akaike information criterion:

$$MAIC = \log |\Sigma| + 2k'/T$$

Schwarz information criterion:

$$MSBIC = \log |\Sigma| + \frac{k'}{T} \log(T)$$

Hannan-Quinn information criterion:

$$MHQIC = \log |\Sigma| + \frac{2k'}{T} \log(\log(T))$$

## Графическое представление корней AR

Данный тест показывает обратные корни характеристического AR полинома. Данный тест предназначен для поиска стационарности модели VAR в целом. Модель VAR будет стационарна в том случае, если все корни, по абсолютному значению будут меньше единицы и лежать в единичном кругу. Если же модель не подходит по критерию теста, и один или несколько корней лежат вне круга – данная модель VAR не подходит для исследования, и надо искать другую.

## Тест Вальда

Следующий тест, который я использую в своей работе, так же является тестом на стационарность. Тест Вальда, или Lag Exclusion тест, показывает



значимость переменных в уравнении VAR, а так же их совместную значимость. Помимо этого, тест используется для поиска оптимального количества лагов, однако, ввиду того, что на всю модель VAR у меня будет один единственный выбор лага по всем переменным с помощью AIC, я использую данный тест лишь для того, чтобы проверить совместную значимость переменных. Если значимость не найдена, спецификацию уравнения придется изменить, для получения значимости.

### Тест причинности Грейнджера

Далее, тест, который используется в исследовании это тест причинности Грейнджера. Тест причинности Грейнджера отвечает на главный вопрос: Приводят ли изменения одной эндогенной переменной к изменениям в другой эндогенной переменной. Если одна из эндогенных переменных приводит к изменениям в другой эндогенной переменной, и наоборот – это можно назвать двунаправленной зависимостью. Если же только одна из переменных влияет на другую, то это однонаправленная зависимость.

Данный тест показывает, может ли одна из эндогенных переменных предсказывать поведение другой. Однако, стоит отметить, что изменения не являются прямыми. Скорее, это последовательность изменений, в которой произойдут возможные изменения при определенных обстоятельствах и условиях.

Тест причинности Грейнджера можно представить следующим образом. Для двух переменных он выглядит так:

$$X_1(t) = \sum_{j=1}^p A_{11j}X_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{12j}X_2(t-j) + E_1(t)$$

$$X_2(t) = \sum_{j=1}^p A_{21j}X_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{22j}X_2(t-j) + E_2(t)$$

где  $p$  это максимальное значение лагированного наблюдения, включенного в данную модель. Матрица  $A$  содержит в себе коэффициенты модели, т.е. вклад каждой из переменной в предсказание значений  $X_{1(t)}$  и  $X_{2(t)}$ , а так же  $E_1$  и  $E_2$  остатков для каждого уравнения временных рядов. Если значения отклонения  $E_1$  и(или)  $E_2$  уменьшаются при включении  $X_2$  и(или)  $X_1$  в первое или второе уравнение, тогда

говорится, что  $X_2$  влияет на  $X_1$  или  $X_1$  влияет на  $X_2$ . Для большего числа переменных, мы добавляем дополнительные уравнения.<sup>26</sup>

### Импульсные отклики

После проверки всех тестов мы переходим к вычислению импульсного отклика. Данная процедура – это отслеживание эффектов одномоментного шока к одной из инноваций текущего и будущего значения эндогенной переменной.

Чтобы интерпретировать инновации, нужно провести несколько процедур, чтобы сделать их не коррелированными друг с другом. Однако используемая мной программа Eviews 7 автоматически решает данную проблему.<sup>27</sup> Важно помнить, что расстановка переменных по методу Холецкого очень важна. Не существует определенного способа расстановки переменных, а поэтому требуется провести некоторый анализ, или проще говоря, перебор возможных комбинаций, при которых значения импульсных откликов будут оптимальны. Поскольку мы не знаем наилучшее расположение переменных, как базовую я возьму расстановку, связанную с корреляциями между переменными, затем проверю возможные вариации переменных на декомпозиции волатильности. Тот ряд переменных, который покажет наилучший результат, я внесу в процедуру поиска импульсных откликов, как новый базовый. Далее, я рассмотрю результаты нового ряда импульсных откликов. Если же новая вариация переменных имеет наименьшее число статистически не значимых интервалов, а так же имеет наименьшую идиосинкразическую переменную, объясняющую волатильность NAREIT, я принимаю данную вариацию переменных.

Если в нашей системе будет  $n$  уравнений, таким образом, у нас будет  $n^2$  импульсных откликов. Их можно посчитать с помощью преобразования модели VAR в модель VMA (Vector autoregressive moving average model).<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Chris Brooks, The ICMA centre, University of Reading, *Introductory Econometrics for Finance, second edition, 2008.*

<sup>27</sup> Данная статья основана на статье A. Rusek (1994). *Macroeconomic Policy, Output and Inflation in the Former Czechoslovakia: Some Evidence from the VAR analysis*, Atlantic Economic Journal, 22. Статья о модклях VAR // доступно по <http://coin.wne.uw.edu.pl/~lgoczek/pdf/macroeconometrics3.pdf>, проверено 20.06.2013

<sup>28</sup> Chris Brooks, The ICMA centre, University of Reading, *Introductory Econometrics for Finance, second edition, 2008.*

Процедуру по поиску импульсных откликов математически можно описать следующим образом:

Изначальная функция имеет вид

$$Y_t = c + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + a_t$$

Если система стационарна, то мы заменяем  $\varphi$ , коэффициенты перед эндогенными переменными на следующее:

$$\psi(L) = [\varphi(L)]^{-1}$$

и приводим уравнение к виду бесконечного скользящего среднего. В таком случае, мы получаем уравнение следующего вида:

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \psi_1 \varepsilon_{t-1} + \psi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots$$

Матрица  $\psi_s$  имеет следующую интерпретацию

$$\frac{\partial y_{t+s}}{\partial \varepsilon_t} = \psi_s$$

Данная интерпретация показывает ряд  $i$  и колонку  $j$  элемента  $\psi_s$  и показывает единичное увеличение в случайной ошибке  $j$ -переменной в период  $t(\varepsilon_{jt})$  для значений  $i$ -ого значения в период  $t+s(y_{it+s})$ , при условии, что остальные инновации, они же случайные ошибки останутся константами.

Сама же функция импульсного отклика будет выглядеть следующим образом.

$$\frac{\partial y_{i,t+s}}{\partial \varepsilon'_{jt}}$$

Она показывает отклик  $y_{it+s}$  на единичный импульс в  $y_{jt}$ , при других переменных константах.<sup>29</sup>

#### VAR Декомпозиция волатильности

<sup>29</sup> Cao Lu & Zhou Xin(2010), *Impulse-Response function Analysis: An application to macroeconomy of China*

Последняя стадия данной работы это декомпозиция волатильности на составляющие части, для того, чтобы отследить отдельные эффекты отдельных переменных на волатильность индекса NAREIT.

Декомпозиция волатильности представляет пропорциональное движение зависимых эндогенных переменных в зависимости от собственного шока и шока других переменных. Шок любой эндогенной переменной в одной или другой мере повлияет на зависимую переменную.

Декомпозиция волатильности один из немногих способов позволяющих интерпретировать модель VAR, которая тяжело интерпретируема по коэффициентам.

Для того чтобы правильно провести декомпозицию волатильности важно вспомнить о порядке расстановки переменных. Так же, как и в импульсных откликах, я возьму базовую расстановку переменных связанных с корреляционной матрицей.

Для правильного расположения порядка переменных требуется провести анализ. Данный анализ советует расположить переменные сначала в прямом порядке, а затем в обратном. Поставить последнюю переменную в самое начало, а первую в самый конец. После этого требуется сравнить декомпозиции волатильности, получившиеся при данных переменных. Та, что оптимальна – определит порядок переменных. Однако, не обязательно именно обратное расположение переменных даст наилучший результат декомпозиции. Чтобы найти лучший результат, требуется просмотреть множество вариаций расстановки переменных. Процедура поиска описана выше в описании метода импульсных откликов.

Математически декомпозицию волатильности можно представить следующим образом.

Сначала вычисляется ошибка прогноза, по следующей формуле:

$$X_{t+n} - E[X_{t+n}] = \sum_{i=0}^{n-1} \varphi_i \varepsilon_{t+n-i}$$

Сама дисперсия ошибки прогноза вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma_x(n)^2 = \sigma_x^2[\varphi_{11}(0)^2 + \varphi_{11}(1)^2 + \dots + \varphi_{11}(n-1)^2] + \sigma_y^2[\varphi_{12}(0)^2 + \varphi_{12}(1)^2 + \dots + \varphi_{12}(n-1)^2]$$

После рассмотрения декомпозиции волатильности для индекса NAREIT, я сравню показатели, которые у меня получились с показателями статьи авторов Clayton, MacKinnon(2002). Напомню, что периоды исследования сильно отличаются. В статье, на которую я опираюсь, период исследования составляет 1978-1998, тогда как период моего исследования плавно продолжает исследование статьи в данной области, захватывая период 1998-2012.

## Глава III: Эконометрический анализ модели

В данном разделе, будет проведено исследование проблемы, и приведены все тесты, указанные выше в предыдущем разделе. В разделе будут показаны результаты тестов и дана их возможная интерпретация.

### Данные

В данной работе я взяла в качестве исследуемой страны США, поскольку индексы NCREIF и NAREIT наиболее всего подходят к описанию поведения цен на недвижимость именно в этой стране. Так же все индексы записаны в долларах США. Однако, поскольку REITs присутствуют более чем в 30 странах мира, можно полагать, что данное исследование также применимо и к другим странам, где применим индекс NAREIT. Помимо этого, в статье, которой следует мое исследование, авторы использовали именно глобальные данные по США. Чтобы мои результаты были наиболее точными, а так же продолжали исследование Clayton, Maskinnon(2002), я тоже взяла похожие данные, однако на другом временном промежутке. Временной промежуток был определен индексом NCREIF. Поскольку данные представляются исключительно поквартально, я расширила интервал моего исследования, захватив крайнюю точку исследования авторов статьи.

Для своего исследования, я выбрала следующие факторы, которые наиболее часто встречались в других исследованиях по данной области, например в исследовании Giliberto(1990), Fei,Ding,Deng(2008), Fisher J.D.<sup>30</sup>. В своей работе я буду использовать четыре ключевых фактора, это доходности индексов S&P500, Barclays Capital Aggregate Bond Index, индекса Russell2000, а так же доходность индекса NCREIF. Возможная проблема исследования это предвзятость выборки, ввиду того, что используемые мной индексы являются достаточно крупными, следовательно, маленькие шоки могут влиять на поведение индекса меньше, чем требуется, а большие, такие как кризис 2008 года, больше чем требуется. Данную проблему, я решила следующим образом. Единственный большой шок я проконтролировала фиктивной переменной, а маленькие шоки я рассмотрю на импульсных откликах NAREIT, чтобы исследовать реакцию индекса на единичные изменения других эндогенных переменных. Таким образом, влияние кризиса

---

<sup>30</sup> *Bis Papers No23.*

смягчено и не должно ухудшить точность исследования. Промежуток моего исследования составил 1998 по конец 2012 года, данные распределены поквартально. В моем исследовании участвуют 60 наблюдений. Таким образом, точность моего исследования не будет сильно превосходить или отставать от точности исследования авторов статьи.

Данные, которые я решила использовать, те же, что уже использовались авторами различных статей. Данные являются релевантными и взяты из релевантных, достоверных источников. Все данные представлены в виде изменения доходностей. Все данные были преобразованы в доходности путем натурального логарифмирования дроби значений следующего периода и текущего, а затем переведены в процентные доходности.

Наименования, которые я использую в своей работе: BARCAP, NAREIT, NCREIF\_UN, RUSSELL2000, SP, CRISIS

BARCAP – это агрегированный индекс по облигациям. Данный индекс включает в себя облигации, взвешенные по рыночной капитализации компаний, владеющий той или иной облигацией. Большинство из представленных в индексе облигаций это муниципальные облигации, государственные ценные бумаги, корпоративные бумаги. Данный индекс был переименован в Barclays Capital, после 2008 года, когда обанкротилась компания Lehman Brothers, и название индекса стало не релевантным. Источником, откуда я взяла данные по индексу была система Bloomberg<sup>31</sup>. В свою работу, данный индекс я включила, следуя Clayton, MacKinnon(2002), а так же другим статьям, которые так же исследовали поведение NAREIT от акций и облигаций.

NAREIT – в контексте работы у меня будет употребляться термин NAREIT, под которым контекстно будет пониматься «изменение доходности в процентах индекса NAREIT». NAREIT является сокращением для Real Estate Investment Trusts. Включает в себя доходности с коммерческой недвижимости, отелей, офисов, апартаментов. Чтобы компании попасть в индекс REIT её нужно пройти несколько

---

<sup>31</sup> Финансовая система, агрегирующая в себе финансовые и экономические данные для бизнеса, и аналитики. //доступно по [www.Bloomberg.com](http://www.Bloomberg.com), проверено 20.06.2013

критериев, основными из которых являются инвестирование 75% всех активов в недвижимость, а так же получения около 75% прибыли только с недвижимости.<sup>32</sup>

NCREIF\_UN – изменение доходности в процентах делагированного индекса NCREIF. Индексация UN обозначает процедуру unsmoothing, описанную подробнее выше. Данная процедура была необходима, чтобы привести данные к стационарному виду, а так же делагировать переменную. NCREIF сокращение от National Council of Real Estate Investment Fiduciaries. Данный индекс включает в себя доходность с коммерческой недвижимости. Индекс исчисляется исключительно поквартально.<sup>33</sup> Данный индекс использовался во многих статьях, например Ghosh, Miles, Sirmans(1996), Fei,Deng,Ding(2008). Процедура делагирования данного индекса описана подробнее в статье Quan, Quigley(1991).

Russell2000 – индекс изменения в процентной доходности акций мало капитализированных компаний. Источник, откуда были взяты данные по индексу Russell Investments. Индекс включает в себя акции 2000 мало капитализированных компаний. Индекс составляет лишь десятую долю полного индекса Russell3000. Данный индекс используется в статье Clayton, MacKinnon(2002), поскольку они хотели посмотреть эффект на волатильность компаний с малой капитализацией.<sup>34</sup>

SP – данное обозначение я использую для индекса S&P500, который является в данном случае отражением изменений процентной доходности акций высоко капитализированных компаний. Источник, откуда была взята информация по индексу – Yahoo Finance.<sup>35</sup> Данный индекс является основной сравниваемой величиной разных статей, таких как Brooks, Tsolacos(2010), Brooks(2008), Hoesli,Lizieri(2007), Walter, Boudlry, Kallberg, Crocker, Liu(2005).

CRISIS – фиктивная переменная, контролирующая кризис с середины 2008 до середины 2010 года. Переменная принимает значения 1, в периоды с середины 2008 по середину 2010 и 0 во всех остальных периодах исследования.

---

<sup>32</sup> *Официальный сайт Real Estate Investment Trusts. // доступен по [www.Reit.com](http://www.Reit.com), проверено 20.06.2013*

<sup>33</sup> *Официальный сайт National Council of Real Estate Investment Fiduciaries // доступен по [www.Ncreif.com](http://www.Ncreif.com), проверено 20.06.2013*

<sup>34</sup> *Официальный сайт Russell Investments, исследующий все сектора мало капитализированных сегментов рынка // доступно по [http://www.russell.com/indexes/data/fact\\_sheets/us/russell\\_2000\\_index.asp](http://www.russell.com/indexes/data/fact_sheets/us/russell_2000_index.asp), проверено 20.06.2013*

<sup>35</sup> *Финансовый раздел портала Yahoo, предназначенный для сбор, обработки и аналитики финансовой информации и данных // доступно по [www.Finance.yahoo.com](http://www.Finance.yahoo.com), проверено 20.06.2013*



## Расчетная часть и интерпретация результатов

Последовательность моего исследования следует описанным выше тестам. Сначала я проверю стационарность данных, далее я нашла корреляцию между данными, чтобы расположить их в одном фиксированном порядке. После этого я нашла лаговый порядок VAR, проверила стационарность корней и переменных получившегося уравнения VAR, провела тест причинности Грейнджера для поиска объяснения зависимостей между переменными, далее преступила к подсчету импульсных откликов и посчитала декомпозицию волатильности. После этого, можно найти сравнение и интерпретацию моих результатов с результатами 1978-1998 годов, полученных Clayton, MacKinnon(2002).

Для начала я посчитала стационарность всех моих данных. Ниже представлены результаты Unit-Root теста по данным.

Augmented Dickey-Fuller test results		
	t statistics	prob.
crisis	-1.966384	0.0478
nareit	-5.937554	0.0000
russell2000	-8.272523	0.0000
sp	-7.193220	0.0000
ncreif_un	-2.477787	0.0140
barcap	-2.394202	0.0173

Как мы видим, все данные являются стационарными. Стоит заметить, что данные NCREIF требовалось деаггировать(unsmooth), поскольку данные были сглажены. Сглаженные данные дают плохую оценку, и чаще всего являются нестационарными. Процедура разглаживания описана в Hoop Cho(2001), а так же в Quan, Quigley(1991). В таблице, индекс un обозначает unsmoothed.

Теперь рассмотрим корреляционную матрицу, чтобы определить последовательность наших эндогенных переменных в будущей модели VAR. В данную таблицу я не включаю экзогенную переменную кризиса, поскольку в модели VAR она будет занимать лишь формальное значение.

	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP
NAREIT	1.000000	0.392421	0.368090	0.306859	-0.054698
SP		1.000000	<b>0.924706</b>	0.383678	<b>-0.496923</b>
RUSSELL2000			1.000000	0.347345	<b>-0.523962</b>
NCREIF_UN				1.000000	-0.206605
BARCAP					1.000000

В корреляционной матрице выше я отметила самые существенные корреляции. Лечить проблему мультиколлинеарности в модели VAR смысла нет. Все переменные эндогенные, и между ними должна быть какая-то зависимость. Данные корреляции влияют лишь на расположение переменных в методе VAR. Поскольку меня в данном исследовании интересует исключительно реакция волатильности индекса NAREIT, то рассматривать в этой матрице я буду только первую строку. Таким образом, выстраивая ряд из эндогенных переменных в порядке убывания корреляции, мы получаем следующее: NAREIT, SP, RUSSELL2000, NCREIF\_UN, BARCAP.

Далее перейдем непосредственно к модели VAR. Сначала определим оптимальное количество лагов в модели, основываясь на AIC. Таблицу VAR можно найти в разделе Приложения(3). Поскольку мои данные распределены поквартально, будет удобно взять 4 лага, в Lag-Length Criteria тесте, чтобы покрыть интервал в целый год. Далее представлены результаты по проведенному тесту. Также, я попробовала взять 8 лагов, или 2 года, которые по критерию AIC тоже оказались оптимальным числом. Однако, проведя дальнейшие тесты, оказалось, что модель VAR является не состоятельной, ввиду того, что корни уравнения по тесту на единичность, выходят за грань единичного круга, и следовательно данная модель, с восьмью лагами – не применима. Данные по модели с 8 лагами можно найти в разделе Приложение(4).

Как мы видим из ниже приведенных результатов, критерии Шварца и Ханнана-Квина советуют использовать ноль лагов в модели, в то время как остальные критерии склоняются к использованию двух лагов. Поскольку я следую методологии Brooks, Tsolacos(2010), я буду использовать критерий AIC как основной. Таким образом, я выбрала два лага в моей модели VAR. Поэтому вид моей модели принимает следующий вид:

$$X_t = C_0 + C_1 * X_{t-1} + C_2 * X_{t-2} + C_3 * CRISIS,$$

где CRISIS – фиктивная переменная кризиса, принимающая значения 0 – в периоды с 1998 по середину 2008, и с середины 2010 по конец 2012.  $C_0$  – вектор констант,  $C_{1,2}$  – коэффициент перед возможной переменной  $X_{t-1}$ .

$$\text{Где } X_{t-1} = X_{t-i} = \begin{bmatrix} NAREIT_{t-i} \\ SP_{t-i} \\ RUSSELL2000_{t-i} \\ Corpbond\_D1_{t-i} \\ T10Y\_D1_{t-i} \\ NCREIF\_UN_{t-i} \end{bmatrix}, \text{ где } i \text{ принимает значения } [0;2]$$

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-660.2308	NA	17112.76	23.93681	<b>24.29848*</b>	<b>24.07703*</b>
1	-630.1739	52.59946	14377.20	23.75621	25.02206	24.24698
2	-604.1194	<b>40.94279*</b>	<b>14227.03*</b>	<b>23.71855*</b>	25.88857	24.55986
3	-582.4795	30.14129	17118.99	23.83855	26.91275	25.03041
4	-554.7660	33.65211	17596.03	23.74164	27.72001	25.28405

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Проверим нашу модели VAR на значимость корней уравнений, и на значимость модели в целом. Для начала проведем тест на полиномиальные корни.

Root	Modulus
0.556328 - 0.438216i	0.708191
0.556328 + 0.438216i	0.708191
-0.675508	0.675508
-0.239738 - 0.516437i	0.569369
-0.239738 + 0.516437i	0.569369
0.481357	0.481357
-0.275473 - 0.301222i	0.408191
-0.275473 + 0.301222i	0.408191
0.027468 - 0.321294i	0.322466
0.027468 + 0.321294i	0.322466

Ни один из корней не лежит за пределами единичного круга. Сам единичный круг можно найти в разделе Приложения(5). Поэтому, следуя данному тесту, мы можем заключить, что VAR удовлетворяет условию стабильности. Данные по модели с 8 лагами на тест единичности корней можно найти так же в разделе Приложения.(6)

Далее проведем похожий тест на совместную значимость коэффициентов – тест Вальда.

Chi-squared test statistics for lag exclusion:

Numbers in [ ] are p-values

	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP	Joint
Lag 1	10.08957	13.65485	15.26082	34.90484	1.725647	94.94261
	[ 0.072737]	[ 0.017957]	[ 0.009304]	[ 1.57e-06]	[ 0.885653]	[ <b>4.40e-10</b> ]
Lag 2	8.262725	5.173328	4.563185	22.39044	6.544060	46.56160
	[ 0.142338]	[ 0.395095]	[ 0.471474]	[ 0.000441]	[ 0.256816]	[ <b>0.005520</b> ]

Из приведенной выше таблицы, можно увидеть, что совместно спецификация VAR представляется как значимая с одним и с двумя лагами, а значит модифицировать мою спецификацию не нужно. Joint P-value < 1% уровня значимости. (значения p-value представлены в скобках).

Значит можно переходить к более информативным тестам, а именно тесту причинности по Грейджеру и процедуру поиска импульсных откликов переменной NAREIT. Полную таблицу теста Грейджера можно найти в разделе Приложение(7). Поскольку меня интересует лишь NAREIT, ниже я привела таблицу исключительно для NAREIT.

Dependent variable: NAREIT			
	Chi-sq	df	Prob.
Excluded			
SP	4.660941	2	<b>0.0972</b>
RUSSELL2000	4.153891	2	0.1253
NCREIF_UN	5.279462	2	<b>0.0714</b>
BARCAP	3.273830	2	0.1946
All	15.13603	8	<b>0.0566</b>

Из представленных выше данных, мы видим, что две переменных объясняют причину изменения NAREIT, переменная NCREIF\_UN и SP. поскольку Prob

соответствует 10% уровням значимости. Совокупность переменных в целом объясняет NAREIT почти на 5% уровне значимости. При интерпретации теста причинности Грейнджера стоит помнить, что возможно возникновение ситуации, в которой две переменные зависят от третьей. Однако, тест причинности Грейнджера показывает лишь двустороннюю, а не трехстороннюю зависимость.

Данная объясняющая составляющая NCREIF\_UN подтверждает зависимость между NAREIT и NCREIF. По тесту причинности Грейнджера нельзя отрицать зависимость NAREIT от других переменных, однако, при изменении значений NCREIF\_UN, можно ожидать возможных скорых изменений в переменной NAREIT. Данную зависимость можно попытаться объяснить наличием похожих составляющих в индексе NAREIT и NCREIF\_UN, а так же их зависимостью друг от друга.<sup>36</sup> Также, переменная SP объясняет изменения в переменной NAREIT. Следуя тесту причинности Грейнджера, можно сказать, что следует ожидать статистически значимых, и показательных импульсных откликов на шоки в данных переменных. Тем не менее, поскольку переменная NAREIT объясняется в совокупности всеми переменными, то есть при изменении на небольшую величину всех переменных, стоит ждать изменения NAREIT. Интерпретация данной таблицы по тесту причинности Грейнджера может быть следующей. Информация в NAREIT инкорпорируется быстрее при возможном изменении всех переменных, нежели при изменении одной из переменных, а именно NCREIF\_UN или SP, и изменения с индексом последуют быстрее именно в первом случае. Если же взглянуть на обратные зависимости, других переменных от индекса NAREIT, то можно заметить, что изменения в NAREIT влияют на изменения в SP, значимость данного влияния почти достигает 5% уровня значимости. Также изменения в индексе довольно сильно влияют на RUSSELL2000, значимость достигается на всех приемлемых уровнях значимости (1%, 5%, 10%). NAREIT также влияет на NCREIF\_UN. Однако совершенно не наблюдается причинности между индексом облигаций и NAREIT. То есть при изменении NAREIT, доходность по облигациям вряд ли будет изменяться в ближайшем будущем.

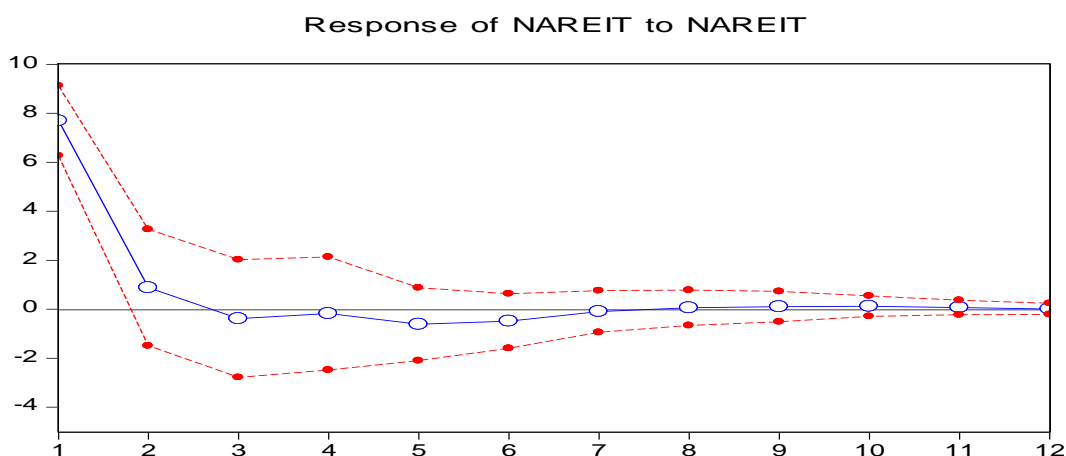
Таким образом, в целом данный тест можно проинтерпретировать следующим образом. Между изменениями в процентной доходности NAREIT и доходности с высоко капитализированных компаний есть двусторонняя зависимость. При изменении одного из показателей, информация быстро инкорпорируется в

---

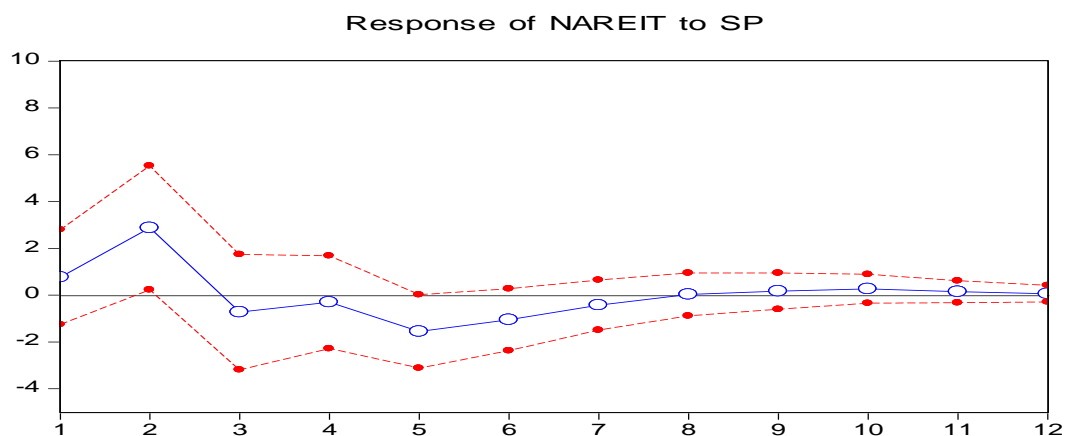
<sup>36</sup> *Giliberto (1990)*

другой индекс и второй показатель, скорее всего тоже будет изменяться. Аналогичную ситуацию можно наблюдать в изменениях между доходностями коммерческой недвижимостью и NAREIT. Сильная двусторонняя зависимость. При изменении индекса NAREIT, информация инкорпорируется в индекс доходностей мало капитализированных компаний, что может привести к изменению индекса Russell2000. Однако, обратной зависимости не наблюдается. Значит, лаги NAREIT уравнения VAR, основанного Russell2000 будут значимы в спецификации.

Теперь перейдем к подсчету и изучению импульсных откликов. Количество периодов для подсчета импульсов возьмем три года, или двенадцать поквартальных периодов. Для начала воспользуемся расположением Холецкого. Правильное расположение я нашла с помощью декомпозиции волатильности, описанной далее. Поскольку идеальное расположение найти невозможно, мне пришлось взять следующий критерий. Я искала расположение Холецкого такое, чтобы идиосинкразическая объясняющая переменная NAREIT была минимальной, а в импульсных откликах было наибольшее число статистически значимых интервалов. Таким образом, я получила следующую расстановку переменных: RUSSELL2000, NCREIF\_UN, BARCAP, SP, NAREIT. Следует вспомнить, что Импульсный отклик - это процентное изменение эндогенных переменных в ответ на неожиданное изменение случайной ошибки других эндогенных переменных. Величина этого изменения берется равной одному стандартному отклонению. График показывает отклик на разных временных интервалах от произошедшего возмущения. Часто на графиках добавляют значения  $\pm$  два стандартных изменения от наблюдаемого отклика, чтобы можно было судить о статистической значимости отклика. Далее представлены графические отклики переменной NAREIT на каждую из эндогенных переменных.

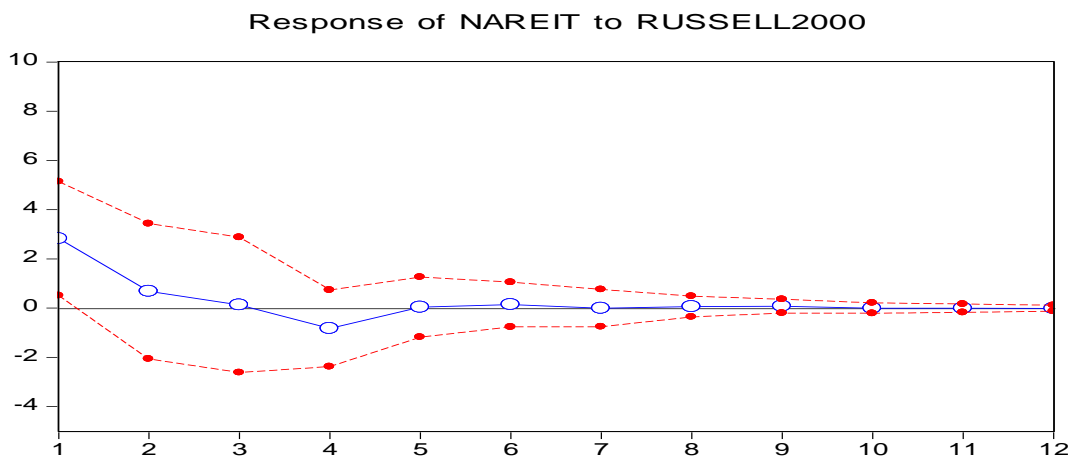


По данному графику отклика изменения индекса NAREIT на изменение собственной случайной ошибки на одно стандартное отклонение, мы видим, что данное изменение случайной ошибки индекса NAREIT увеличивает значение индекса в первом периоде с изначального значения до 7.69 (табличную репрезентацию можно найти в разделе Приложение(8)). С первого до второго квартала наблюдается резкий спад до величины и самое сильное влияние на изменение NAREIT на одно стандартное отклонение. Значение изменяется с 7.69 до 0.88 и приходит к значению третьего периода в -0.3856. Только к восьмому кварталу, или через два года, значение принимает обратно положительную величину 0,057, после чего продолжает колебаться вокруг данной отметки. Стандартные ошибки показаны красными пунктирными линиями, проведенными сверху и снизу от функции изменения NAREIT. Пунктирные линии стандартных отклонений являются интервалом значимости. Отклики на шок случайной ошибки NAREIT является значимым на всех участках. Интервал стандартного отклонения не превышает 5% уровня значимости.

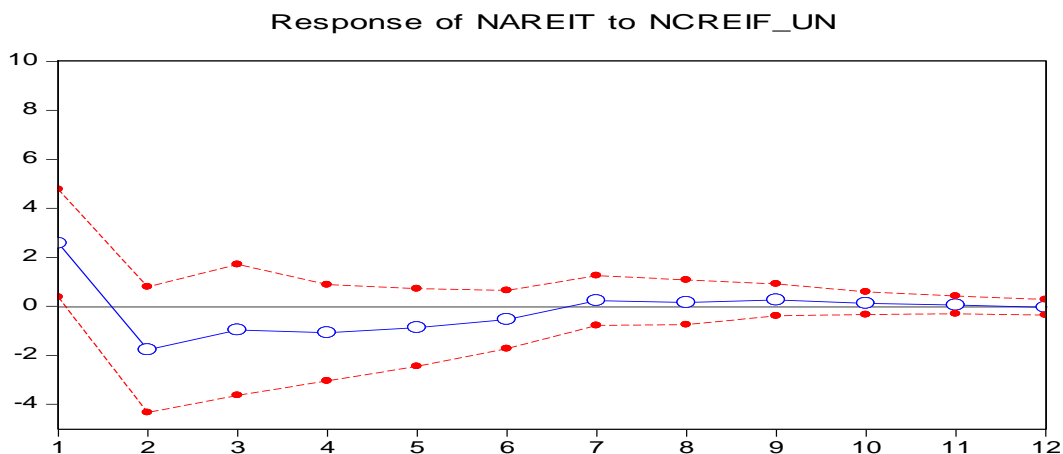


Далее рассмотрим следующий график влияния на NAREIT в связи с изменением случайной ошибки эндогенной переменной SP на одно стандартное отклонение. Как мы видим по графику, изменения являются целиком статистически значимыми. Максимальный интервал между стандартными ошибками составляет менее 5%. Максимальный шок возникает во втором периоде. После изменения случайной ошибки, индекс NAREIT принимает значение в первом периоде равное 0,769, а ко второму периоду изменение достигает 2,87, что является пиком на всем промежутке в три года. После пикового значения индекс начинает колебаться, пока не приходит в нижнюю точку своих значений в пятом периоде, равную -1.549.

Данное колебание можно объяснить двусторонней зависимостью между NAREIT и SP. После пятого периода, индекс начинает плавно восстанавливать своё исходное значение.

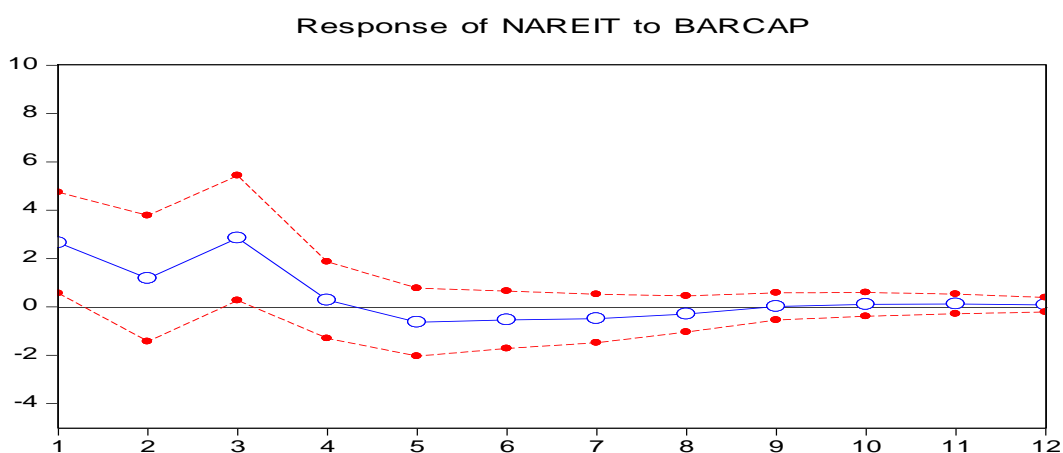


Следующий график описывает влияние единичного шока случайно ошибки эндогенной переменной RUSSELL2000 на изменение NAREIT. Доверительный интервал так же является значимым на уровне 5%. При изменении индекса мало капитализированных компаний, NAREIT сначала реагирует положительно на шок, принимая значение 3.698% выше, изначального, а затем начинает терять приобретенную величину с каждым периодом. В четвертом периоде, индекс приобретает минимальную величину равную -0,4, после чего начинает плавное восстановление к исходному значению. При выборе последовательности Холецкого, только отклики на данную переменную получились статистически не значимыми, учитывая одностороннюю связь переменной NAREIT и RUSSELL2000. Со второго по четвертый периоды, отклики не являются статистически значимыми на 5% уровне значимости.





Далее рассмотрим влияние изменения случайной ошибки NCREIF\_UN и отклика на этот шок функции NAREIT. Как можно заметить, изначальный шок сопровождается положительным откликом NAREIT, значение индекса увеличивается на 2.821. Однако уже во втором периоде наблюдается сильный спад, до нижнего пика, равного -1.666. В следующие периоды, при инкорпорировании информации об изменениях NCREIF\_UN, индекс NAREIT начинает восстанавливать своё исходное значение, и уже к седьмому периоду, индекс начинает колебаться вокруг исходной величины, обозначенной на графике нулевой осью.



Далее, рассмотрим отклик NAREIT на шок случайной ошибки эндогенной переменной BARCAP. Сразу стоит отметить, что поскольку по тесту причинности Грейнджера не было найдено ни односторонней, ни двусторонней зависимостей, то импульс данной переменной не совсем точен. Он показывает лишь маленькую толику изменений, связанную с тем, что переменная NAREIT поддается совокупному изменению всех переменных, где одной из данных переменных является BARCAP. На графике видно сильное влияние шока в третьем квартале. Величина NAREIT принимает своё максимальное значение, равное 2,85. Далее, отклик на шок принимает отрицательную зависимость, на что, скорее всего, повлияло совокупное отрицательное влияние всех переменных с третьего по четвертый период. После пятого периода, когда достигается минимальный отклик на шок в переменной BARCAP, равный -0,86, изменение значений NAREIT восстанавливаются к изначальному значению. Величина приходит к исходному значению только к 11 и 12 кварталам, то есть отклики на единичный шок в переменной облигаций переменной NAREIT прекращаются только спустя три года, после изначального единичного шока.

Далее перейдем к декомпозиции волатильности.

Мы рассмотрим декомпозицию волатильности индекса NAREIT за один год, или четыре периода, следуя основной статье. Я рассмотрела декомпозицию волатильности, изменив расположение переменных в порядке Холецкого на обратный. Я заменила выбранное фиксированное положение переменных на обратное. Декомпозицию по изначальному расположению, можно найти в разделе Приложение(9). Однако полностью обратная декомпозиция Холецкого оказалась не оптимальной. Поскольку не существует тестов, с помощью которых мы могли бы найти наилучшее расположение переменных. Поэтому, перебрав все варианты, в которых идиосинкразическая переменная NAREIT получалась с минимальным значением в четвертом квартале, я выявила наилучшее расположение для интерпретации декомпозиции волатильности.

Period	S.E.	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP
1	9.027682	72.69611	0.727394	9.788949	8.151654	8.635892
2	9.775430	62.81838	9.291843	8.836595	10.24350	8.809688
3	10.26186	57.14540	8.932459	8.034054	10.17849	15.70960
4	10.36106	56.08633	8.845789	8.514740	11.07026	15.48288
Cholesky Ordering: RUSSELL2000 NCREIF_UN BARCAP SP NAREIT						

Из приведенной выше таблицы, можно сказать следующее. Особая расстановка переменных по методу Холецкого, несомненно, дает лучшую интерпретацию коэффициентов, нежели расстановка в порядке согласно корреляциям коэффициентов между собой. Наибольшую интерпретацию волатильности в первом квартале дает Russell2000, который описывает 9,78% волатильности NAREIT в первом квартале. Максимальное объяснение данной переменной достигается в первом квартале. Минимальное в третьем квартале – 8,034%. После Russell2000 наибольший вклад в описание волатильности вносит переменная BARCAP, объясняющая 8,635% волатильности в первом квартале. Максимальное влияние индекса в третьем периоде - объяснение 15,7% волатильности NAREIT. Далее следует индекс NCREIF\_UN, отвечающий за вклад коммерческой недвижимости. Данный индекс составляет 8,15% волатильности NAREIT в первом квартале, и достигает своего максимального значения в четвертом периоде, 11,07%. Минимальное объясняющее значение имеет переменная SP. В первом периоде, вклад данной переменной в волатильность исследуемого индекса не велик – 0,727%. Однако потом, во втором квартале наблюдается сильный рост объясняющей силы. Значение во втором квартале помимо прочего является пиком

объясняющей силы – 9,29%. Следуя размышлениям по данной теме, авторами Clayton, MacKinnon(2002), Newell, Keng(2005), Boudry, Kallberg, Liu(2005), можно сказать, что объясняющая сила индекса, отвечающего за мало капитализированные компании сократилась, тогда как объясняющая сила индекса S&P, отвечающего за доходность с акций высоко капитализированных компаний - возросла. Также усилилось влияние облигаций. Стоит так же отметить, что по результатам, представленным выше, наиболее информативную оценку для REITs и его поведения можно дать лишь спустя два и три квартала, поскольку именно через этот промежуток можно наблюдать наиболее высокое изменение объясняющей силу почти каждой из переменных. Также стоит обратить внимание на значение переменных через четыре квартала, когда каждая из переменных набирает максимальную объясняющую составляющую, которая после четвертого квартала сильно не изменяется. Также, спустя год, уменьшается идиосинкразическая переменная NAREIT, будучи объясненной другими переменными. Если рассматривать декомпозицию волатильности на более длительный период, например 16 периодов, то значения по сравнению с 4 периодом меняются не сильно. В 9ом периоде, они практически прекращают мелкие колебания и фиксируются на одном уровне. Данные по декомпозиции на 16 периодов можно найти в разделе Приложения(10).

Индекс NAREIT стал менее зависим от индекса малой капитализации Russell2000 и индекса коммерческой недвижимости NCREIF, стал более схож с поведением индекса S&P и больше схож с поведением облигаций.

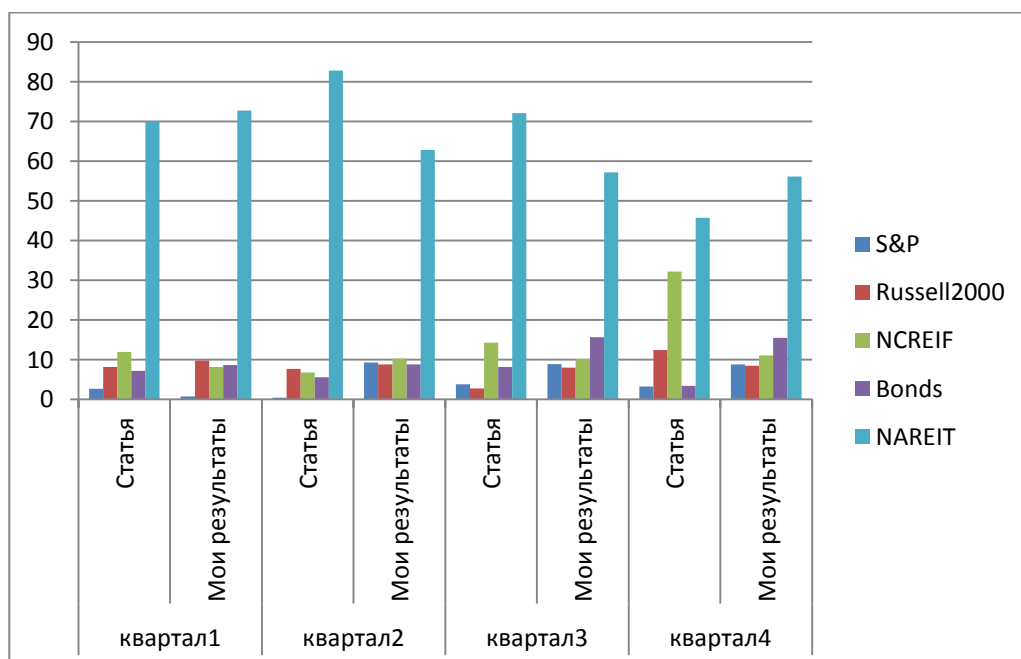
### **Сравнение полученных результатов**

Итак, теперь посмотрим на изменение объяснения волатильности по сравнению с результатами статьи Clayton, MacKinnon(2002). Напомню, что в статье, которую я продолжаю, был взят промежуток в 20 лет с 1978 по 1998. Использовались такие индексы как Russell2000 Small Cap, NCREIF, S&P Large Cap, Lehman Brothers Aggregate Bond Index, NAREIT. С данными NCREIF была проведена процедура unsmoothing.

В моем исследовании период данных был взят с 1998 по 2012, поквартально. Использовались индексы, такие как Russell2000 Small Cap, NCREIF-unsmoothed, S&P Large Cap Stocks, Barclays Capital Aggregate Bond Index, NAREIT.

		Large Cap	Small Cap	Real Estate	Bonds	NAREIT
квартал1	Статья	2,69	8,17	11,95	7,19	70
	Мои результаты	0,727394	9,788949	8,151654	8,635892	72,69611
	разница	<b>-1,96261</b>	<b>1,618949</b>	<b>-3,79835</b>	<b>1,445892</b>	<b>2,69611</b>
квартал2	Статья	0,43	7,73	6,82	5,56	82,83
	Мои результаты	9,291843	8,836595	10,2435	8,809688	62,81838
	разница	<b>8,861843</b>	<b>1,106595</b>	<b>3,4235</b>	<b>3,249688</b>	<b>-20,0116</b>
квартал3	Статья	3,86	2,74	14,34	8,14	72,1
	Мои результаты	8,932459	8,034054	10,17849	15,7096	57,1454
	разница	<b>5,072459</b>	<b>5,294054</b>	<b>-4,16151</b>	<b>7,5696</b>	<b>-14,9546</b>
квартал4	Статья	3,23	12,45	32,22	3,45	45,7
	Мои результаты	8,845789	8,51474	11,07026	15,48288	56,08633
	разница	<b>5,615789</b>	<b>-3,93526</b>	<b>-21,1497</b>	<b>12,03288</b>	<b>10,38633</b>

В данной таблице представлены значения статьи, мои получившиеся результаты и разница значений результатов. Разница бралась на основе моих результатов минус результаты прошлых периодов, то есть статьи авторов. Я преобразовала таблицу в графический эквивалент (без учета разниц), для более наглядной и легкой интерпретации.



Как мы видим из результатов исследования, с течением времени влияние индекса высоко капитализированных компаний в первом периоде уменьшилось почти на 2%, тогда как очень сильно возросла объясняющая часть данным индексом во втором квартале. Вспомним, что и импульсный отклик так же показывал наибольшее изменение на шок в переменной S&P именно во втором квартале. Далее, динамика изменений не наблюдается. В статье объясняющая часть зафиксировалась на отметке в 3-4%, тогда как за текущий период можно наблюдать 8-9%.

Большую часть занимает идиосинкразическая компонента NAREIT. Как и в исследовании авторов, составляющая NAREIT падает с каждым периодом, будучи объясненной другими переменными. В среднем, за четыре квартала общее изменение составило около -5%.

Влияние коммерческой недвижимости заметно снизилось по сравнению с ранними периодами, исследуемыми в статье авторами. При максимальной объясняющей силе в четвертом квартале 32,2%, в период 1998-2012, в современном периоде объясняется только 11,07%.

Объяснение волатильности мало капитализированными компаниями тоже немного снизилось. Сильное изменение коснулось четвертого квартала, объясняющая сила переменной снизилась почти на 4%. В среднем же, составляющая волатильности мало капитализированными компаниями возросла на 1%. Таблицу, со средним изменением за периоды, можно найти в разделе Приложения(11).

По сравнению со всеми периодами, объясняющую силу набрала переменная облигаций. С течением времени её объясняющая составляющая возросла в среднем на 6%. Особенно сильный рост объясняющей части волатильности NAREIT облигациями, виден в третьем и четвертом периодах.

## Заключение

Исследовав рынок REITs, я выяснила, что агрегированный индекс NAREIT зависит от изменений индекса NCREIF, а также сильно зависит от внезапных шоков данной переменной. Помимо этого, индекс NAREIT тесно связан с изменениями и инновациями в облигациях и индексом высоко капитализированных компаний. Влияние индекса мало капитализированных компаний снизилось за последние периоды, поэтому Russell2000 имеет слабое влияние колебания значений на рынке REITs. Также это относится к индексу коммерческой недвижимости, значение которого сильно снизилось к новому периоду времени.

Рассмотрев различные статьи, а также основную литературу, я провела исследование на новом промежутке времени, которое подтвердило влияние переменной, отвечающей за коммерческую недвижимость, а также других эндогенных компонент на NAREIT. Разложив волатильность изучаемого индекса на составляющие компоненты, я выяснила, что NAREIT с течением времени стал чуть больше похож по поведению на акции S&P. Их объясняющая составляющая в волатильности NAREIT по всем значениям за год увеличилась в среднем на 4% к новому периоду. Далее рассмотрев влияние облигаций и влияние сектора недвижимости на объяснение индекса NAREIT, я подтвердила некоторые из выводов статей Clayton, MacKinnon (2002), что поведение рынка REITs стало более подходить под поведение одной из этих компонент. Объясняющая сила облигаций волатильности индекса NAREIT в среднем увеличилась на 6%, тогда как объясняющая составляющая NCREIF в среднем упала на 6,4%. Идиосинкразическая величина NAREIT в среднем уменьшилась за четыре квартала на 5.47%. Важно заметить, что данная величина включает в себя влияние кризиса, который включен в данное значение. Обойти влияние кризиса полностью в исследовании не удалось, поскольку для этого пришлось бы рассматривать под-периоды, которые включали бы в себя период до кризиса, во время кризиса и после него. Однако, ввиду ограничения внесенного выбором индекса NCREIF, поквартальные данные дали бы слишком мало наблюдений для проведения статистически значимого исследования и получения состоятельного результата по трем периодам. В целом, второй и третий кварталы нынешнего периода являются наиболее репрезентативными, по сравнению с исследованиями статьи, поскольку именно в эти периоды идет наибольшее объяснение волатильности NAREIT.

В заключении, стоит еще раз сказать, что в данном исследовании, я попыталась ответить на вопрос что же такое REITs, к чему более относится данный индекс. Из исследования было выяснено, что REITs на текущем периоде времени лучше всего объясняется облигациями, а также акциями высоко капитализированных компаний. Поэтому, при попытке оценить REITs больше всего внимания стоит уделить именно этим компонентам. Падение объясняющей составляющей индекса мало капитализированных компаний и индекса коммерческой недвижимости можно частично списать на прошедший кризис. Если рассматривать же совокупное влияние акций на волатильность индекса NAREIT, то можно с уверенностью сказать, что индекс NAREIT наиболее похож на поведение акций, насколько это возможно. Поэтому, стоит ожидать продолжения исследований в данной области, при возникновении новых данных и расширения текущего временного промежутка, для оценки под-периодов, и более точной оценки влияния кризиса на поведение индекса NAREIT и других финансовых компонент, влияющих на индекс.

## Список используемой литературы и интернет-источников

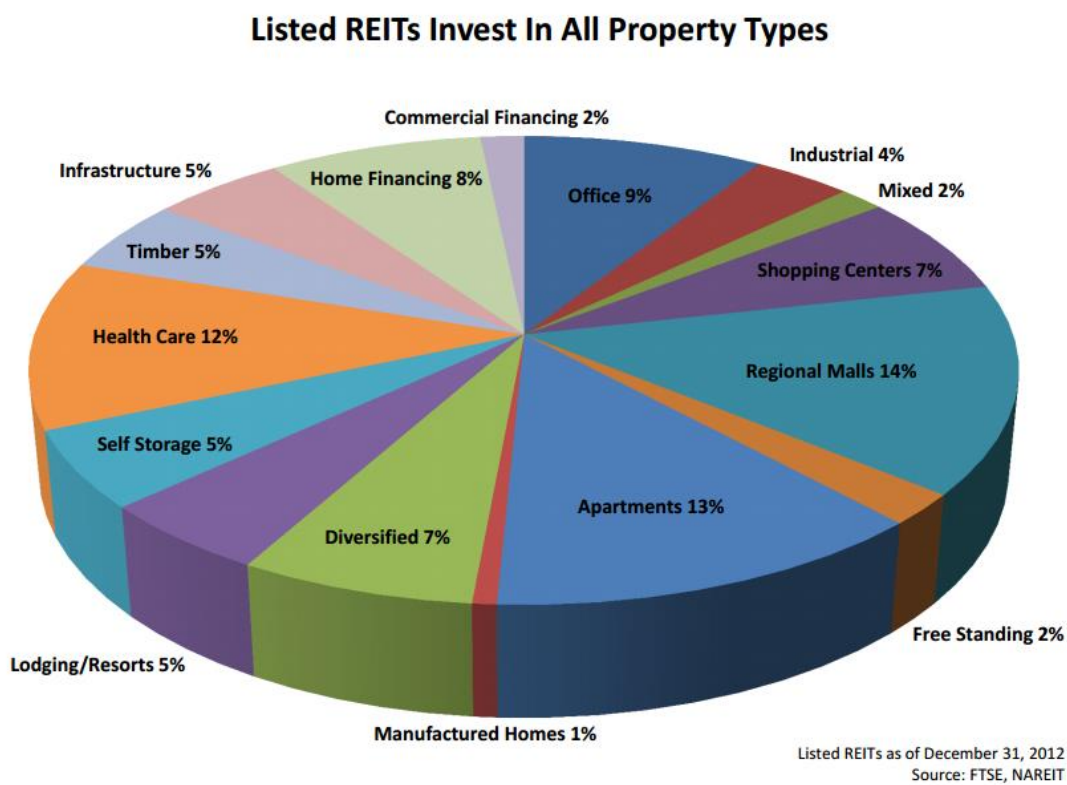
- 1) Саймон Вайн Опционы. Полный курс для профессионалов. — М.: Альпина Паблишер, 2008. — 466 с.
- 2) Andersen T.G., Bollerslev T. (1998) – *Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts*, *international economic review*, vol. 39, No. 4, November 1998
- 3) Andolfatto D. (2001) – *U.S. Military Spending and the Business Cycle*, // доступно по <http://www.sfu.ca/~dandolfa/military.pdf>, проверено 20.06.2013
- 4) Brooks C. (2008) – *Introductory Econometrics for Finance*. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York, // [www.Cambridge.org/9780521873062](http://www.Cambridge.org/9780521873062), проверено 20.06.2013
- 5) Brooks C., Tsolacos S. (2010) – *Real Estate Modeling and Forecasting*. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York, // [www.Cambridge.org/9780521873390](http://www.Cambridge.org/9780521873390), проверено 20.06.2013
- 6) Cao Lu & Zhou Xin (2010) – *Impulse-Response function Analysis: An application to macroeconomy of China*.// доступно по [http://www.statistics.du.se/essays/D10\\_Xinzhou\\_lucao.pdf](http://www.statistics.du.se/essays/D10_Xinzhou_lucao.pdf), проверено 20.06.2013
- 7) Clayton J., MacKinnon G. (2002) – *The relative importance of Stock, Bond and Real Estate Factors in Explaining REIT Returns*. Forthcoming in the *Journal of Real Estate Finance and Economics*.
- 8) Corgel J.B., McIntosh W., Ott S.H., (1995) – *Real Estate Investment Trusts: A review of the financial economics literature*. , *Journal of Real Estate Literature*, 3, 13-33.
- 9) Fisher J., Gatzlaff D., Geltner D., Haurin D., (2003) – *Controlling for the Impact of Variable Liquidity in Commercial Real Estate Price Indices*, Forthcoming: *Real Estate Economics* 31(1), Spring 2003. // доступно по [http://web.mit.edu/cre/research/credl/pdf/FGGH\\_Variable\\_Liq\\_REE.pdf](http://web.mit.edu/cre/research/credl/pdf/FGGH_Variable_Liq_REE.pdf), проверено 20.06.2013
- 10) Fisher J.D. – *Us Commercial Real estate indices: the NCREIF property index*, *Bis Papers No 21*.
- 11) Fei P., Ding L., Deng Y., (2008) – *Correlation and Volatility Dynamics in REIT Returns: Performance and Portfolio Considerations*. Institute of Real Estate Studies, IRES2010-002
- 12) Garman M. B. and Klass, M. J. (1980) - *On the estimation of security price volatility from historical data*, University of California, Berkley. // доступно по [http://www.fea.com/resources/a\\_estimation\\_of\\_security\\_price.pdf](http://www.fea.com/resources/a_estimation_of_security_price.pdf), проверено 20.06.2013
- 13) Gatheral J. (2006) – *The volatility surface: a practitioner's guide*, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. // доступно по [http://docs.finance.free.fr/Gestion\\_quantitative\\_des\\_risques/The%20Volatility%20Surface.pdf](http://docs.finance.free.fr/Gestion_quantitative_des_risques/The%20Volatility%20Surface.pdf), проверено 20.06.2013
- 14) Geltner D.M., Miller N.G., Clayton J., Eichholtz P. (2010) – *Commercial real estate analysis & investments*, Printed in the United States of America, Library of



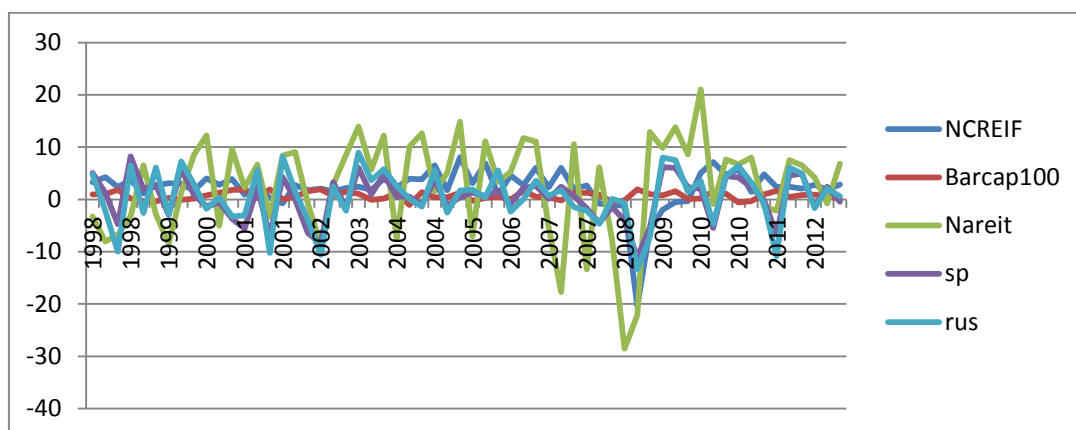
- Congress Control Number: 2006908590. // доступно по [http://www.cengagebrain.com.mx/content/geltner05486\\_0324305486\\_02.01\\_chapter01.pdf](http://www.cengagebrain.com.mx/content/geltner05486_0324305486_02.01_chapter01.pdf), проверено 20.06.2013
- 15) Ghosh C., Miles M., Sirmans C.F., (1996) – *Are REITs Stocks?*, *Journal of Real Estate Finance* p47.
  - 16) Giliberto M.S. (1990) – *Equity Real Estate Investment Trusts and Real Estate Returns*, *Journal of Real estate Research*.
  - 17) Glosten L.R., Milrgron R.P. (1985) – *Bid, Ask and Transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders*. *Journal of Financial Economics*, Vol. 14, pp. 71-100
  - 18) Hoesli M., Lizieri C., (2007) – *Real Estate in the Investment Portfolio*, *Investment Strategy Council of the Royal Ministry of Finance* // доступно по <http://www.regjeringen.no/upload/FIN/Statens%20pensjonsfond/Norway%20Real%20Estate%20Final%20Report%20Revised%20May%202031.pdf>, проверено 20.06.2013
  - 19) Hoon Cho., Kawaguchi Y., Shilling J.D., (2001) – *Unsmoothing Commercial Property Returns: A Revision to Fisher-Geltner-Webb's Unsmoothing Methodology.*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 27:3, 393-405.
  - 20) Khoo T., Hartzell D., Hoesli M., (1993) – *An Investigation of the Change in REIT Betas*, *Journal of Real Estate Economics*, Vol. 21, Issue 2, pages 107-130.
  - 21) Killian L., (2001) – *Impulse Response Analysis in Vector Autoregressions with Unknown Lag Order*, *University of Michigan, USA, and CEPR, UK, Journal of Forecasting*, J.Forecast, 20, 161-179, (2001)
  - 22) Liang Y., McIntosh W., (1998) – *REIT style and performance*, *Journal of Real Estate Portfolio Management*.
  - 23) Ling D., Naranjo A. (2003) – *The Dynamics of REIT Capital Flows and Returns*, *Real Estate Economics*, vol. 31, issue 3, pages 405-434.
  - 24) Lutkepohl H. (1990) – *Asymptotic Distributions of Impulse Response Functions and Forecast Error Variance Decompositions of Vector Autoregressive Models*, *Journal of economic dynamics and control*, vol. 16, issue 1, pages 53-78.
  - 25) Lutkepohl H. (1993) – *Introduction to Multiple Time Series Analysis*, *Journal of International Statistical Review*, Vol.65, Issue 1, pages 49-72.
  - 26) McNees K.S. (1986) – *Forecasting Accuracy of alternative Techniques: A Comparison of U.S. Macroeconomic Forecasts*. *Journal of Business and Economic Statistics*. Vol.4, Issue 1, pages 5-15.
  - 27) Newell G., Keng T.Y., (2005) – *Factors Influencing the performance of listed property trusts.*, *Pacific rim property Research Journal*.
  - 28) Quan and Quigley, (1991) - *Price formation and the appraisal function in real estate markets*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*. // доступно по [www.Jstor.com](http://www.Jstor.com)// проверено 20.06.2013
  - 29) Roll R. (1986) – *Stock Return Variances*. *Journal of financial economics*. // доступно по [www.scopus.com](http://www.scopus.com)// проверено 20.06.2013
  - 30) Runkle D.E. (1987) – *Vector Autoregressions and Reality*, *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol.5, Issue 4, pages 437-442.

- 31) Sims A. (1980) – *Macroeconomics and Reality*, *Journal of Econometrica*, Vol.48, No.1, pp 1-48.
- 32) Stock J., Watson W. (2001) – *Vector Auto regressions*, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol 15. No. 4 (Autumn, 2001), pp 101-115
- 33) Walter, Boudlry, Kallberg, Crocker, Liu (2005) – *How Real is Real Estate: Fundamentals, Fund Flows and Market Movements*. // доступно по <https://www.areuea.org/conferences/pdf/52/857.pdf> // проверено 20.06.2013
- 34) <http://www.reit.com/REIT101/WhatisaREIT.aspx>
- 35) <http://www.reit.com/DataAndResearch/IndexData/RealTimeIndexReturns/US/All-REITs.aspx>
- 36) <http://research.nerc.com/media/BAhbBlsHOgZmSSJDMjAxMi8wNC8wNS8wMy8yNy8zNS82ODMvV2hhdF9pc19OQ1JFSUZfQUlfV2ViaW5hcl9Ob3ZfMjAxMC5wZGYGOgZFVA/what-is-ncreif-ai-webinar-nov-2010.pdf>
- 37) <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>
- 38) <http://enc.fxeuroclub.ru/385/>
- 39) <http://www.investopedia.com/articles/trading/07/stationary.asp>
- 40) <http://faculty.smu.edu/tfomby/eco6375/BJ%20Notes/ADF%20Notes.pdf>
- 41) <http://coin.wne.uw.edu.pl/~lgoczek/pdf/macroeconometrics3.pdf>
- 42) <http://research.stlouisfed.org/fred2/>
- 43) [www.Reit.com](http://www.Reit.com)
- 44) [www.Ncreif.com](http://www.Ncreif.com)
- 45) [http://www.russell.com/indexes/data/fact\\_sheets/us/russell\\_2000\\_index.asp](http://www.russell.com/indexes/data/fact_sheets/us/russell_2000_index.asp)
- 46) [www.Finance.yahoo.com](http://www.Finance.yahoo.com)

**Процентное соотношение основных секторов рынка REITs.**



**График изменения значений эндогенных переменных используемых в модели.**



## Таблица VAR(2)

Vector Autoregression Estimates

Date: 06/19/13 Time: 13:23

Sample (adjusted): 3 60

Included observations: 58 after adjustments

Standard errors in ( ) &amp; t-statistics in [ ]

	NAREIT	SP	RUSSELL200 0	NCREIF_U N	BARCAP
NAREIT(-1)	0.11488 8	0.10989 3	0.241092	0.217159	- 0.00332 3
	(0.15418 )	(0.06461 )	(0.08237)	(0.04458)	(0.01313 )
	[ 0.74516]	[ 1.70089]	[ 2.92684]	[ 4.87108]	[- 0.25301]
NAREIT(-2)	0.24536 7	0.15114 4	0.194374	0.204680	- 0.01022 6
	(0.19388 )	(0.08125 )	(0.10359)	(0.05606)	(0.01651 )
	[ 1.26553]	[ 1.86027]	[ 1.87644]	[ 3.65093]	[- 0.61922]
SP(-1)	2.03988 7	1.05824 0	0.903128	0.740725	- 0.02056 3
	(0.95008 )	(0.39814 )	(0.50760)	(0.27472)	(0.08092 )
	[ 2.14707]	[ 2.65798]	[ 1.77922]	[ 2.69630]	[- 0.25411]
SP(-2)	- 0.96641 6	0.08451 7	0.072966	-0.022297	- 0.13693 9
	(0.90099 )	(0.37757 )	(0.48137)	(0.26053)	(0.07674 )
	[- ]	[ ]	[ 0.15158]	[-0.08558]	[- ]

	1.07261]	0.22385]			1.78442]
	-	-			
RUSSELL2000(-1)	1.229964	1.011969	-1.051162	-0.752424	0.012681
	(0.76858)	(0.32208)	(0.41063)	(0.22224)	(0.06546)
	[-1.60030]	[-3.14199]	[-2.55988]	[-3.38566]	[0.19371]
RUSSELL2000(-2)	1.019191	0.200363	-0.266282	-0.102482	0.104977
	(0.69708)	(0.29212)	(0.37243)	(0.20156)	(0.05937)
	[1.46208]	[-0.68590]	[-0.71498]	[-0.50843]	[1.76808]
NCREIF_UN(-1)	1.067579	0.166564	-0.257419	-0.229451	0.054455
	(0.48902)	(0.20493)	(0.26127)	(0.14140)	(0.04165)
	[-2.18310]	[-0.81280]	[-0.98527]	[-1.62269]	[1.30737]
NCREIF_UN(-2)	0.330240	0.098382	-0.039419	0.283258	0.049450
	(0.47216)	(0.19786)	(0.25226)	(0.13653)	(0.04022)
	[-0.69942]	[-0.49722]	[-0.15626]	[2.07473]	[-1.22961]
BARCAP(-1)	1.345598	0.193439	-0.668498	-0.912399	0.050506
	(2.15542)	(0.90324)	(1.15157)	(0.62325)	(0.18359)
	[0.62429]	[-0.21416]	[-0.58051]	[-1.46394]	[0.27511]
BARCAP(-2)	3.386387	0.376925	0.165676	-0.022452	0.152068
	(1.96119)	(0.82185)	(1.04781)	(0.56709)	(0.16704)

C      CRISIS	)	)			)
	[ 1.72670]	[ 0.45863]	[ 0.15812]	[-0.03959]	[- 0.91035]
	2.72353 6	0.51142 5	0.932662	2.208114	0.74517 1
	(3.25831 )	(1.36542 )	(1.74082)	(0.94215)	(0.27752 )
	[ 0.83587]	[ 0.37456]	[ 0.53576]	[ 2.34369]	[ 2.68507]
	- 7.91620 5	- 2.21736 9	-2.039974	-3.262385	0.06079 1
(5.41554 )	(2.26942 )	(2.89336)	(1.56593)	(0.46126 )	
[- 1.46176]	[- 0.97706]	[-0.70505]	[-2.08336]	[ 0.13179]	

R-squared	0.27045 2	0.29944 7	0.295672	0.631875	0.16846 6
Adj. R-squared	0.09599 5	0.13192 3	0.127246	0.543845	- 0.03038 0
Sum sq. resids	3748.95 6	658.350 0	1070.117	313.4507	27.1973 9
S.E. equation	9.02768 2	3.78311 5	4.823217	2.610392	0.76892 6
F-statistic	1.55025 1	1.78749 0	1.755497	7.177961	0.84722 0
Log likelihood	- 203.193 3	- 152.748 0	-166.8358	-131.2272	- 60.3361 0
Akaike AIC	7.42046 0	5.68096 4	6.166751	4.938869	2.49434 8
Schwarz SC	7.84675 8	6.10726 2	6.593049	5.365168	2.92064 7
Mean dependent	2.95013 6	0.17176 8	0.463448	2.149224	0.67256 8
S.D. dependent	9.49491 1	4.06041 5	5.162865	3.865001	0.75750 6

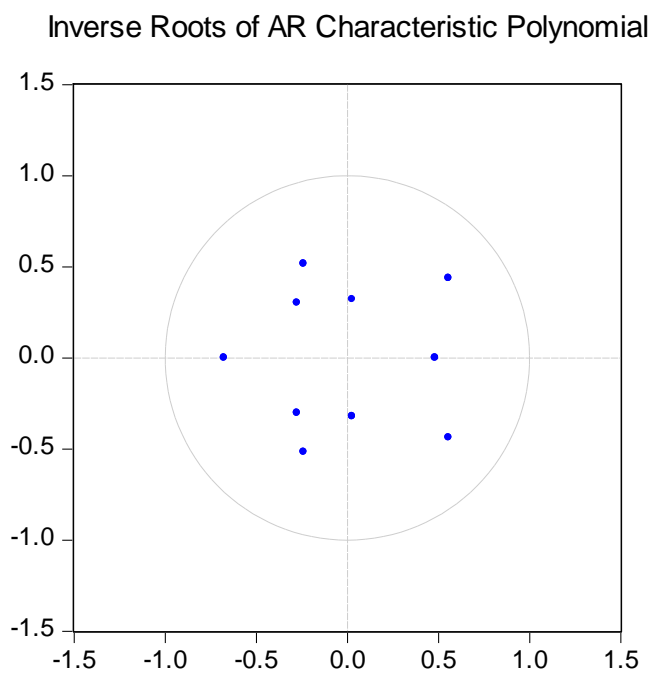
Determinant resid covariance (dof adj.)		6257.528
Determinant resid covariance		1963.595
Log likelihood		-631.3856
Akaike information criterion		23.84088
Schwarz criterion		25.97238



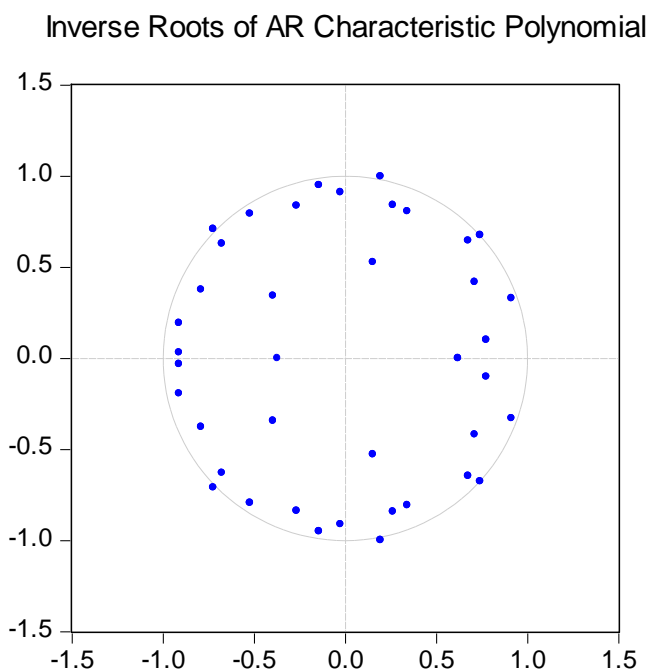
### Данные по модели с лагом восьмого порядка.

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: NAREIT SP RUSSELL2000 NCREIF_UN BARCAP						
Exogenous variables: C CRISIS						
Date: 06/19/13 Time: 19:37						
Sample: 1 60						
Included observations: 52						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-611.1162	NA	16315.77	23.88908	24.26432*	24.03294
1	-582.7058	49.17170	14425.50	23.75792	25.07125	24.26142
2	-555.2925	42.17444	13602.86	23.66509	25.91653	24.52824
3	-531.3360	32.24901	15373.63	23.70523	26.89477	24.92802
4	-508.6160	26.21544	19675.06	23.79292	27.92055	25.37536
5	-475.9540	31.40579	19329.68	23.49823	28.56396	25.44031
6	-418.3091	44.34221*	8732.869	22.24266	28.24648	24.54438
7	-354.3423	36.90393	4196.875*	20.74393	27.68586	23.40530
8	-310.9810	16.67743	7902.786	20.03773*	27.91775	23.05875*
<p>* indicates lag order selected by the criterion</p> <p>LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)</p> <p>FPE: Final prediction error</p> <p>AIC: Akaike information criterion</p> <p>SC: Schwarz information criterion</p> <p>HQ: Hannan-Quinn information criterion</p>						

## Единичный круг



## Единичный круг и данные AR теста для модели с восьмью лагами



Roots of Characteristic Polynomial	
Endogenous variables: NAREIT SP RUSSELL2000 NCREIF_UN BARCAP	
Exogenous variables: C CRISIS	
Lag specification: 1 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8	
Date: 06/19/13 Time: 19:38	
Root	Modulus
0.193085 + 0.998054i	1.016559
0.193085 - 0.998054i	1.016559
-0.724620 + 0.710530i	1.014854
-0.724620 - 0.710530i	1.014854
0.740396 + 0.676369i	1.002826
0.740396 - 0.676369i	1.002826
0.913142 + 0.329803i	0.970876
0.913142 - 0.329803i	0.970876
-0.144436 - 0.949760i	0.960680
-0.144436 + 0.949760i	0.960680
-0.522111 - 0.793702i	0.950033
-0.522111 + 0.793702i	0.950033
0.675243 + 0.645473i	0.934124

0.675243 - 0.645473i	0.934124
-0.911836 + 0.193706i	0.932184
-0.911836 - 0.193706i	0.932184
-0.676546 + 0.628832i	0.923658
-0.676546 - 0.628832i	0.923658
-0.026309 - 0.911448i	0.911827
-0.026309 + 0.911448i	0.911827
-0.911012 - 0.030768i	0.911532
-0.911012 + 0.030768i	0.911532
0.262385 - 0.840942i	0.880925
0.262385 + 0.840942i	0.880925
-0.266245 - 0.836758i	0.878095
-0.266245 + 0.836758i	0.878095
0.341619 + 0.806985i	0.876316
0.341619 - 0.806985i	0.876316
-0.790321 - 0.375778i	0.875109
-0.790321 + 0.375778i	0.875109
0.711641 - 0.418490i	0.825571
0.711641 + 0.418490i	0.825571
0.774356 - 0.101076i	0.780924
0.774356 + 0.101076i	0.780924
0.618893	0.618893
0.153467 + 0.526838i	0.548735
0.153467 - 0.526838i	0.548735
-0.395169 + 0.342950i	0.523233
-0.395169 - 0.342950i	0.523233
-0.371860	0.371860
Warning: At least one root outside the unit circle.	
VAR does not satisfy the stability condition.	

## Полная таблица теста причинности Грейнджера

Granger test

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 06/19/13 Time: 12:52

Sample: 1 60

Included observations: 58

Dependent variable: NAREIT			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SP	4.660941	2	<b>0.0972</b>
RUSSELL2000	4.153891	2	0.1253
NCREIF_UN	5.279462	2	<b>0.0714</b>
BARCAP	3.273830	2	0.1946
All	15.13603	8	<b>0.0566</b>

Dependent variable: SP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
NAREIT	5.925456	2	<b>0.0517</b>
RUSSELL2000	11.10380	2	<b>0.0039</b>
NCREIF_UN	0.914277	2	0.6331
BARCAP	0.266423	2	0.8753
All	18.22076	8	<b>0.0196</b>

Dependent variable: RUSSELL2000			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
NAREIT	11.34986	2	<b>0.0034</b>
SP	4.067691	2	0.1308
NCREIF_UN	0.997655	2	0.6072
BARCAP	0.371831	2	0.8303

All	17.92100	8	<b>0.0218</b>
-----	----------	---	---------------

Dependent variable: NCREIF_UN			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
NAREIT	34.65736	2	<b>0.0000</b>
SP	8.468544	2	<b>0.0145</b>
RUSSELL2000	12.39047	2	<b>0.0020</b>
BARCAP	2.144143	2	0.3423
All	44.81496	8	<b>0.0000</b>

Dependent variable: BARCAP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
NAREIT	0.426958	2	0.8078
SP	4.316487	2	0.1155
RUSSELL2000	3.311493	2	0.1909
NCREIF_UN	3.196073	2	0.2023
All	8.022217	8	0.4313

### Таблица импульсных откликов

Period	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP
1	7.697183 (0.71467)	0.000000 (0.00000)	0.000000 (0.00000)	0.000000 (0.00000)	0.000000 (0.00000)
2	0.884312 (1.18957)	0.845870 (0.50347)	1.855726 (0.65703)	1.671512 (0.37661)	-0.025575 (0.10111)
3	-0.385647 (1.20134)	0.004294 (0.53462)	0.109411 (0.69681)	0.637565 (0.42167)	0.014220 (0.09594)
4	-0.179381 (1.15345)	-0.598259 (0.49504)	-0.708400 (0.63787)	0.123852 (0.40991)	0.029183 (0.09340)
5	-0.612293 (0.74231)	-0.099422 (0.30549)	-0.016856 (0.36693)	0.085906 (0.31646)	-0.006716 (0.05685)
6	-0.483087 (0.55495)	-0.105374 (0.21785)	-0.127248 (0.26771)	-0.123861 (0.25261)	0.007035 (0.03743)
7	-0.094688 (0.42537)	-0.125111 (0.15533)	-0.176973 (0.19867)	-0.162109 (0.18288)	0.010648 (0.02370)
8	0.057311 (0.36038)	0.019642 (0.11183)	0.023163 (0.13942)	-0.071326 (0.14077)	0.003420 (0.01375)
9	0.105810 (0.31107)	0.045398 (0.09784)	0.051028 (0.12098)	-0.021801 (0.11541)	0.001908 (0.01072)
10	0.121666 (0.20856)	0.025281 (0.07597)	0.026991 (0.09570)	0.010110 (0.09720)	0.000434 (0.00629)
11	0.069896 (0.14823)	0.023510 (0.04848)	0.032366 (0.05837)	0.031320 (0.07343)	-0.001163 (0.00494)
12	0.012239 (0.11114)	0.009102 (0.03705)	0.014757 (0.04474)	0.026542 (0.05283)	-0.001097 (0.00361)

Cholesky Ordering: RUSSELL2000 NCREIF\_UN BARCAP SP NAREIT

**Декомпозиция волатильности по индексу NAREIT по  
первоначальному расположению Холецкого**

Period	S.E.	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP
1	9.027682	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	9.775430	86.44483	1.541343	3.703695	7.702767	0.607366
3	10.26186	78.48627	1.490868	4.109257	7.720150	8.193458
4	10.36106	77.39965	2.053030	4.070564	8.338722	8.138039

Cholesky Ordering: NAREIT SP RUSSELL2000 NCREIF\_UN BARCAP



**Декомпозиция волатильности NAREIT с участием  
шестнадцати периодов по обратному расположению  
Холецкого.**

Period	S.E.	NAREIT	SP	RUSSELL2000	NCREIF_UN	BARCAP
1	9.027682	72.69611	0.727394	9.788949	8.151654	8.635892
2	9.775430	62.81838	9.291843	8.836595	10.24350	8.809688
3	10.26186	57.14540	8.932459	8.034054	10.17849	15.70960
4	10.36106	56.08633	8.845789	8.514740	11.07026	15.48288
5	10.54915	54.44102	10.69065	8.215147	11.35635	15.29684
6	10.64070	53.71433	11.48281	8.092713	11.41976	15.29039
7	10.66316	53.49616	11.59337	8.058674	11.41940	15.43239
8	10.66875	53.44306	11.58217	8.053460	11.42946	15.49184
9	10.67410	53.39936	11.59663	8.050052	11.47741	15.47656
10	10.67937	53.35960	11.64887	8.042112	11.47907	15.47035
11	10.68146	53.34298	11.66357	8.038988	11.47712	15.47735
12	10.68207	53.33703	11.66539	8.038164	11.47753	15.48189
13	10.68225	53.33548	11.66545	8.038032	11.47853	15.48251
14	10.68248	53.33370	11.66666	8.037740	11.47999	15.48192
15	10.68264	53.33243	11.66829	8.037491	11.47991	15.48188
16	10.68270	53.33194	11.66865	8.037406	11.47981	15.48219

Cholesky Ordering: RUSSELL2000 NCREIF\_UN BARCAP SP NAREIT

## Средние значения изменений по декомпозиции за все периоды

	S&P	Russell2000	NCREIF	Bonds	NAREIT
	27,79749	35,17434	39,6439	48,63806	248,7462
Мои результаты средних	6,949371	8,793585	9,910976	12,15952	62,18656
	10,21	31,09	65,33	24,34	270,63
Результаты средних статьи	2,5525	7,7725	16,3325	6,085	67,6575
Разницы	4,396871	1,021085	-6,42152	6,074515	-5,47095