

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»  
 Отделение школы (НОЦ) экспериментальной физики

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

<b>Тема работы</b>
<b>Моделирование доходности акций на основе модели Beka-GARCH</b>

УДК 336.763.2:338.314

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВМ91	Запивахина Елизавета Геннадьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий О.Л.	к. ф.-м. н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселева Е.С.	к. э. н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к. б. н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трифонов А.Ю.	д. ф.-м. н., профессор		

### Планируемые результаты обучения по ООП

Код	Результаты обучения
ПК(У)-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК(У)-2	Способен проводить поиск и анализ научной и научно-технической литературы по тематике проводимых исследований
ПК(У)-3	Способен разрабатывать и анализировать показатели качества информационных систем, используемых в производственной деятельности
ПК(У)-4	Способен планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять проектами, управлять командой проекта
ПК(У)-5	Способен к преподаванию математических дисциплин и информатики в образовательных организациях высшего образования
ПК(У)-6	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий
ОПК(У)-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК(У)-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК(У)-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке(-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа ядерных технологий  
Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»  
Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Трифонов А.Ю.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
ОВМ91	Запивахина Елизавета Геннадьевна

Тема работы:

<b>Моделирование доходности акций на основе модели Bекк-GARCH</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	22.04.2021 №112-22с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.);</i>	Цены закрытия акций компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео» с периодичностью 1 день за май 2020 года – май 2021 года. Источником данных является информационный портал Finam.ru.
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализировать котировки акций российских компаний.</li> <li>2. Составить ковариационные и корреляционные матрицы акций компаний.</li> <li>3. Оценить параметры модели BEKK-GARCH.</li> <li>4. Рассчитать коэффициент <math>\beta</math>.</li> <li>5. Применить модель CAPM, для построения графика CML.</li> </ol>
---	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Графики доходностей акций компаний, графики ковариационной зависимости изменений доходностей акций одной компании от доходности акций другой компании, график CML.</p>
--	---

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Киселева Е.С.
Социальная ответственность	Антоневич О.А.
Раздел на иностранном языке	Сидоренко Т.В.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.03.2020
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий О.Л.	к.ф.-м.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM91	Запивахина Елизавета Геннадьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0BM91	Запивахиной Елизавете Геннадьевне

<b>Школа</b>	ИЯТШ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОЭФ
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/ специальность</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1.Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. 2.Норматив заработной платы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1.Тариф на электроэнергию 2.Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1.Потенциальные потребители результатов исследования. 2.Анализ конкурентных технических решений. 3.SWOT – анализ.
2. Разработка устава научно-технического проекта	1.Цели и результат проекта. 2.Организационная структура проекта. 3.Ограничения и допущения проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	1.Структура работ в рамках научного исследования. 2.Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования. 3.Расчет бюджета научно - технического исследования (НТИ).
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	1.Определение интегрального финансового показателя разработки. 2.Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки. 3.Определение интегрального показателя эффективности.

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
7. Потенциальные риски

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	к.э.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0BM91	Запивахина Елизавета Геннадьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0BM91	Запихахиной Елизавете Геннадьевне

<b>Школа</b>	ИЯТШ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОЭФ
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

<b>Моделирование доходности акций на основе модели Bekk-GARCH</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><b>Объект исследования:</b> модель bekk-garch, на основе анализа доходности акций компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео».</p> <p><b>Область применения:</b> финансовый анализ.</p> <p><b>Рабочая зона:</b> стол, стул, ПК.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»</li> <li>– СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»</li> <li>– ТК РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>– Нервно – психические перегрузки</li> <li>– Отклонение показателей микроклимата</li> <li>– Превышение уровня шума.</li> <li>– Опасные факторы:</li> <li>– Повышенное значение напряжения в электрической цепи</li> <li>– Поражение электрическим током</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Воздействие на литосферу осуществляется путем выработки производственных отходов и последующей их утилизацией. Воздействия на гидросферу и атмосферу не осуществляется</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p><b>Выбор и описание возможных ЧС:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожар</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения общетехнических дисциплин ШБИП ТПУ	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0ВМ91	Запивахина Елизавета Геннадьевна		

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к отчету по магистерской диссертации содержит 87 стр., 21 рис., 24 табл., 15 источников.

**Ключевые слова:** модель CAPM/ARCH/GARCH/MGARCH/Bekk-Garch, коэффициент бета, ценные бумаги, риск, доходность, волатильность, авторегрессионная условная гетероскедастичность.

**Объектами исследования** являются доходности акций компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео».

**Целью работы** является моделирование доходности акций на основе модели Bekk-GARCH.

**Актуальность работы** заключается в том, что перед предприятиями всегда стоит вопрос о том, куда вложить избыточную наличность, т.е. объём наличных средств фирмы, превышающий некоторый запланированный уровень. Часто этот капитал, инвестируется в рыночные ценные бумаги, при этом ключевым фактором является степень точности предсказаний потоков наличности.

**В процессе исследования проводилось** прогнозирование будущей доходности акций компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео». На основе многомерной модели условной авторегрессионной гетероскедастичности Bekk-Garch и выявление акций компаний, которые не стоит приобретать, с помощью модели оценки капитальных активов (англ. Capital Assets Price Model, CAPM).

**В результате исследования** произведен анализ акций, четырех российских компаний, на основе чего был сделан вывод о приобретении акций инвесторами.

Для проведения расчетов и построения моделей использован пакет MS Excel и EViews 8. Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010.



## Оглавление

Введение .....	4
1. Условная гетероскедастичность.....	7
1.1. Модель авторегрессионной условной гетероскедастичности (ARCH).....	8
1.2. Обобщенная модель авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH) .....	9
1.3. Многомерные GARCH модели .....	11
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАПИТАЛЬНЫХ АКТИВОВ (CAPM) .....	13
2.1. Характеристика модели оценки капитальных активов .....	13
2.2. Риск и доходность в модели CAMP .....	17
2.3. Применение модели CAMP в современных условиях рынка .....	19
3. Моделирование доходности акций при помощи модели Бекк-Garch.....	20
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	32
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	32
4.1. Анализ конкурентных технических решений .....	33
4.2. SWOT-анализ.....	34
4.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	35
4.4. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	37
4.5. Инициация проекта .....	37
4.6. Планирование управления научно-исследовательского проекта .....	40
4.8. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	47
Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение» .....	50
5. Социальная ответственность.....	51
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	51
5.2. Производственная безопасность.....	54
5.3. Отклонение показателей микроклимата .....	56
5.4. Повышенный уровень шума .....	57
5.5. Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	57
5.6. Повышенный уровень статического электричества .....	61
5.7. Нервно-психические перегрузки .....	62
5.8. Поражение электрическим током.....	63
5.9. Экологическая безопасность.....	64
5.10. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	65
Выводы по разделу.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	68

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	69
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА .....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	77

## Введение

Рынок ценных бумаг представляет собой часть финансового рынка, на котором идет привлечение и перераспределение капитала за счет выпуска и обращения ценных бумаг. Рынок ценных бумаг позволяет правительствам и предприятиям расширять круг источников финансирования, не ограничиваясь самофинансированием и банковскими кредитами. Функционирование этого рынка дает возможность упорядочить и повысить эффективность многих экономических процессов, в частности инвестиционных.

Инвестиционный процесс представляется как принятие инвестором решения относительно выбора ценных бумаг, в которые осуществляются инвестиции. Решение об инвестировании избытка наличности в рыночные ценные бумаги принимается на основе моделей оценки финансовых активов. Проблема формирования портфеля относится к инвестору, которому необходимо, исходя из своих предпочтений, выбрать портфель с оптимальной комбинацией ожидаемой доходности и рисков.

Потенциальные инвесторы в свою очередь с помощью рынка ценных бумаг получают возможность вкладывать свои сбережения в более широкий круг финансовых инструментов, тем самым получая большие возможности для выбора.

Одной из существенных особенностей финансовых данных, которым уделяют повышенное внимание, является волатильность - числовая мера риска, с которой сталкиваются индивидуальные инвесторы и финансовые учреждения. Модель обобщенной авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH) и ее модификации предназначены для «объяснения» эффекта кластеризации волатильности на финансовых рынках, а также прогнозирования будущей волатильности.

В частности, при анализе движений инструментов на финансовом рынке, важно оценить, построить и спрогнозировать динамику изменения

волатильности и доходности активов в портфеле. Ведь простой факт состоит в том, что большинство финансовых моделей на самом деле являются многомерными: они включают 2 или более активов/ ценных бумаг/акций. Эта задача может быть выполнена с помощью многомерных GARCH моделей (MGARCH).

Математической основой инвестиционного портфеля является теория ценообразования активов (Capital Asset Pricing Model, CAPM), которая применяется при долгосрочном или среднесрочном инвестировании в акции. Данная модель рассматривает доходность акции в зависимости от поведения рынка в целом, при этом инвесторы учитывают всего лишь два фактора: ожидаемую доходность и риск. Так как эта модель представляет упрощенную модель финансового рынка, ее используют многие крупные инвестиционные структуры.

В силу постоянных системных сдвигов в мировой экономике, а также локальных изменений конъюнктуры рынка одной страны, являющейся активным участником внешнеэкономических отношений, проблема оценки будущей стоимости финансового инструмента остается актуальной.

В данной работе с помощью модели оценки капитальных активов CAPM производилось прогнозирование будущей доходности акций компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео». Предварительно были рассчитаны коэффициенты модели CAPM моделью MGARCH. В ходе исследования были использованы исторические данные изменения цены акций за полгода (270 значений), начиная с 01.05.2020 по 28.05.2021.

Целью работы является анализ акций ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео», расчет ожидаемой доходности акций компаний при помощи модели Bekaert-Garch.

Для достижения цели данной работы были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать котировки акций российских компаний.

2. Составить ковариационные и корреляционные матрицы акций компаний.
3. Оценить параметры модели BEKK-GARCH.
4. Рассчитать коэффициент  $\beta$ .
5. Применить модель CAPM, для построения графика CML.

## 1. Условная гетероскедастичность

При анализе экономических показателей в эконометрике выделяют два основных компонента: тренд, который изменяется согласно некой закономерности, и волатильность, которая изменяется случайным образом [1]. При исследовании экономических данных наравне с прогнозируемыми значениями важны и отклонения от средних значений.

Волатильность — это финансовый показатель, который представляет разброс колебания цены в определенный промежуток времени и является важным показателем для трейдеров [1]. Данный финансовый показатель очень важен при управлении финансовыми рисками, где представляет собой меру риска использования финансового инструмента за определенный промежуток времени. При расчете волатильности чаще всего применяется выборочное стандартное отклонение, это в свою очередь позволяет инвесторам с некоторой точностью определить риск приобретения финансового инструмента.

Особенностью финансовых временных рядов является изменчивость волатильности со временем, объединение волатильности в кластеры. Это явление называется условной авторегрессионной гетероскедастичностью. Обычно, фондовые рынки при рассмотрении краткосрочной периодичности (ежедневные/ еженедельные данные) характеризуются периодами с высокой волатильностью. Высокая волатильность не появляется «из ниоткуда», ее предопределяют крупные изменения (чаще отрицательные). Оценка волатильности необходима для уточнения доверительных интервалов при прогнозировании, для более корректной оценки параметров модели, а так же для оценки риска вложений в актив, стоимость которого прогнозируется.

Расчет исторической волатильности производится по формуле стандартного (среднеквадратического) отклонения. И дневная историческая волатильность будет вычисляться следующим образом [1]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n-1}}, \quad (1.1)$$

где  $n$  – количество дней в рассматриваемом интервале;

$x_i$  – значение цены;

$m$  – среднее арифметическое цены в рассматриваемом интервале, рассчитываемое по формуле:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (1.2)$$

### 1.1. Модель авторегрессионной условной гетероскедастичности (ARCH)

ARCH — AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity (модель авторегрессионной условной гетероскедастичности) применяется в эконометрике для анализа финансовых временных рядов [2]. Модели ARCH впервые были предложены Энглom в 1982 году.

Статистический анализ с использованием моделей ARCH предполагает, что искомое значение цены в некоторой степени зависит от предыдущих изменений цен, таким образом, их влияние тоже необходимо учитывать для оценки текущего уровня. К тому же ARCH модели предполагают, что степень влияния предыдущих значений цен снижается по мере удаления от текущего момента времени.

В данной модели каждому дню присваивается свой вес, убывающий по мере удаления его от текущего. Общая формула для волатильности в модели ARCH может быть представлена в виде [2]:

$$\sigma_t(T) = \sqrt{\omega_0 + \sum_{j=1}^T \omega_j \varepsilon_{j-t}^2}, \quad (1.3)$$

где  $\varepsilon_{j-t}$  – шум,  $\omega$  – параметры модели, которые необходимо оценить.

Здесь явно указано, что волатильность рассчитана для  $t$ -го торгового периода при использовании торговых данных за последние  $T$  интервалов. Идея ARCH проста и состоит в том, что вклад последних торговых периодов в расчет волатильности следует сделать более значимым, чем вклад более

ранних периодов. Соответственно, веса  $\omega_i$  должны убывать при удалении в прошлое.

Величина  $\omega_0$  есть стационарное значение волатильности, не зависящее от характера торговли в последние периоды. Если принять все веса  $\omega_i$  равными  $1/(1-T)$ , а  $\omega_0$  равным  $(T \cdot r^{-2})/(1-T)$ , то получим базовую волатильность, вычисляемую формулой:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=1}^T \frac{(r_t - \bar{r})^2}{T-1}}. \quad (1.4)$$

Главная идея ARCH-модели заключается в моделировании кластеризации волатильности. Если значение  $\varepsilon_t$  большое, то это означает повышение условной дисперсии в будущем, а при высокой условной дисперсии более вероятно появление больших по абсолютной величине значений  $\varepsilon_t$ . И наоборот, если значения  $\varepsilon_t$  в течение нескольких периодов близки к нулю, то это приводит к понижению условной дисперсии в последующие периоды практически до уровня константы  $\omega$ . В свою очередь при низкой условной дисперсии более вероятно появление малых по абсолютной величине значений  $\varepsilon_t$ .

ARCH-модель предполагает, что положительные (неожиданное резкое увеличение совокупного спроса или совокупного предложения) и отрицательные шоки (неожиданное резкое сокращение совокупного спроса или совокупного предложения) влияют на волатильность. Довольно часто стоимость финансового актива по-разному реагирует на положительные и отрицательные шоки.

## **1.2. Обобщенная модель авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH)**

GARCH - Generalized ARCH. Обобщением процессов ARCH являются процессы GARCH (generalized ARCH), предложенные Боллерселевом (Bollerslev, 1986), которые позволяют получать более длинные кластеры при использовании меньшего числа параметров [3]. Модель GARCH вовлекает в



вычисления значения волатильностей, вычисленные на предыдущих шагах. Поскольку рынок обладает памятью, необходимо эту память учитывать. Естественным кажется предположение о линейной зависимости текущей (сегодняшней) волатильности от предыдущей (вчерашней, позавчерашней и т.д.). Тогда формула для квадрата волатильности в модели GARCH может быть представлена в виде [3]:

$$\sigma_t = \sqrt{\omega_0 + \sum_{j=1}^T \omega_j r_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^T \nu_j \sigma_{t-1}^2}, \quad (1.5)$$

где  $\nu_j$  - дополнительные весовые коэффициенты. Использование формулы в таком виде для определения текущего уровня волатильности практически невозможно в силу большого произвола в правилах определения весов и отсутствия явного экономического смысла в большом числе членов обеих сумм. Поэтому на практике используется простейший метод определения волатильности по методу GARCH, когда от сумм остаются лишь первые члены:

$$\sigma_t = \sqrt{\omega_0 + \sum_{j=1}^T \omega_j r_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^M \nu_i \sigma_{t-i}^2}. \quad (1.6)$$

В этом случае произвол в выборе весов ограничивается условием равенства единице их суммы (т.е.  $\omega_0 + \omega_1 + \nu_1 = 1$ ). Если теперь предположить, что стационарный член  $\omega_0$  равен нулю, то формула (1.4) превращается в обычную рекуррентную формулу расчета экспоненциально-взвешенного скользящего среднего значения (ЕМА) квадрата волатильности, так как тогда  $\nu_1 = 2/(T+1)$  – сглаживающий фактор:

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_{t-1}^2 + \frac{2}{T+1} (r_t^2 - \sigma_{t-1}^2)}. \quad (1.7)$$

Здесь вновь  $r_t$  - доходность  $t$ -го интервала,  $\sigma_{t-1}$  – волатильность, вычисленная для предыдущего периода,  $T$  – характерная длина выборки. При этом вклад доходности каждого периода экспоненциально убывает по мере его удаления в прошлое.

### 1.3. Многомерные GARCH модели

Основной идеей расширения одномерных моделей GARCH до многомерных является то, что волатильность одних активов влияет на волатильность других, причем взаимодействующие активы могут принадлежать к разным секторам экономики. Многомерные модели генерируют более надежные и точные оценки волатильности, чем одномерные модели по отдельности. Таким образом, можно принимать эффективные решения в области управления рисками, прогнозирования, формирования портфелей.

В первую очередь, необходимо рассмотреть спецификацию моделей MGARCH. С одной стороны, она должна быть достаточно гибкой, чтобы выявить динамику условных дисперсий и ковариаций. С другой стороны, с количеством параметров модели MGARCH быстро возрастает ее размерность, при этом оценивание и интерпретация параметров модели должны быть как можно проще. Однако упрощение модели может снизить не только количество параметров, но и ее эффективность. Поэтому при разработке модели важно найти баланс между уменьшением числа параметров и сохранением содержательной составляющей MGARCH.

Как упоминалось ранее, MGARCH модели бывают разных модификаций [4]. Рассмотрим их подробно.

Мы будем представлять модели типа GARCH (1,1) в виде:

$$y_t = e_t * h^{1/2} , \quad (1.8)$$

где  $E_{t-1}[\varepsilon_t] = 0$  and  $Var[\varepsilon_t] = I_n, n = 1$ .

Когда мы имеем дело с многомерным случаем, то есть  $n > 1$ , выражение приобретает следующий вид:

$$y_t = H_t^{1/2} * \varepsilon_t , \quad (1.9)$$

где  $H_t$  – положительно определенная матрица условных ковариаций размера  $n \times n$  и  $E_{t-1}[\varepsilon_t] = 0_{n \times 1}$  and  $Var[\varepsilon_t] = I_n$ .

Эти традиционные спецификации моделей MGARCH отличаются друг от друга  $H_t$ . Они могут быть сгруппированы в 3 вида. Первая категория

моделей представляет собой непосредственное обобщение одномерных GARCH моделей (VEC, BEKK и Factor модели). Вторая категория включает в себя Orthogonal and Latent Factor модели. И последняя категория объединяет в себе CCC, DCC модели. Для простого рассмотрения рассмотрим все модели в форме (1,1).

VEC(1,1) model, в 1988 г. Боллерслев, Энгл и Вулдридж представили новую многомерную GARCH модель, назвав ее VEC модель.

$$h_t = c + A\eta_{t-1} + Gh_{t-1} \quad (1.10)$$

где  $h_t = vech(H_t)$ ,  $\eta_t = vech(y_t y_t')$  и  $vech(\cdot)$  – матричные операторы, суммирующие элементы нижнетреугольной матрицы,  $t$  – номер наблюдения,  $c$  представляет собой вектор размерностью  $n(n+1)/2 \times 1$ , где  $n$  – количество переменных,  $A, G$  – матрицы параметров размерностью

$$(n(n+1)/2 \times n(n+1)/2) \quad (1.11)$$

Здесь условие о положительной определенности матрицы  $H_t$  не является ограничительным. Кроме этого число параметров модели велико и равно  $(p+q) * \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2 + \frac{n(n+1)}{2}$ . Даже при спецификации (1,1) и количестве переменных  $n=2$ , число параметров модели будет равно 21. Поэтому оператор требует большого количества вычислений.

BEKK(1,1,k) model, в качестве одной из ограниченных версий VEC-GARCH модели Бабой, Энглom и Кронером в 1995 году была представлена BEKK модель, которая предполагает положительную определенность ковариационной матрицы остатков  $H_t$ .

BEKK модель выглядит следующим образом:

$$H_t = C^* C^* + \sum_{k=1}^k A_k^* y_{t-1} y_{t-1}' A_k^* + \sum_{k=1}^k G_k^* H_{t-1} G_k^* \quad (1.12)$$

где  $C^*, A_k^*, G_k^*$  – матрицы параметров размерностью  $n \times n$ , причем  $C^*$  – верхнетреугольная матрица.

BEKK модель так же, как и VEC имеет диагональную форму (когда  $A_k^*$  и  $G_k^*$  представлены в форме диагональных матриц).

Количество параметров полной ВЕКК модели равно  $(p * q)kn^2 + \frac{n(n+1)}{2}$ . В диагональной форме модели оно уменьшается до  $(p * q)kn + \frac{n(n+1)}{2}$ , что все равно велико.

В данной работе будет рассматриваться многомерная модель Vek-Garch.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАПИТАЛЬНЫХ АКТИВОВ (САРМ)**

### **2.1. Характеристика модели оценки капитальных активов**

Одной из проблем, при оценке стоимости активов, является определение зависимости между риском и доходностью. Рыночная закономерность заключается в том, что «чем выше риск, тем выше доходность». Каждый инвестор формирует свои прогнозы относительно этих параметров. В условиях хорошо развитого рынка можно использовать модель, которая бы удовлетворительно описывала взаимосвязь между риском и доходностью активов.

Инвесторы, для оценки собственных средств, используют одну из следующих моделей:

- модель Гордона;
- модель оценки капитальных активов САРМ;
- метод, основанный на расчёте показателя EPS (прибыль на одну обыкновенную акцию);
- метод расчёта с использованием коэффициента инвестиционной привлекательности P/E.

Эти модели несут в себе неопределенность и их применение требует адаптации в российской практике. Подробно остановимся на модели оценки капитальных активов.

Capital Asset Pricing Model (САРМ) - модель оценки доходности финансовых активов служит теоретической основой для ряда различных финансовых технологий по управлению доходностью и риском, применяемых при долгосрочном и среднесрочном инвестировании в акции [5]. Эта модель была разработана в середине 60-х гг. У. Шарпом и Дж.

Линтерном и получила название оценки стоимости финансовых активов (capital asset pricing model - CAPM) [6]. Работы обоих ученых были посвящены, по существу, одному и тому же вопросу: «Допустим, что все инвесторы, обладая одной и той же информацией, одинаково оценивают доходность и риск отдельных акций. Допустим также, что все они формируют свои оптимальные портфели акций, исходя из индивидуальной склонности к риску. Как в этом случае сложатся цены на рынке акций?». Таким образом, на CAPM можно смотреть как на макроэкономическое обобщение теории Марковица. Модель оценки капитальных активов описывает взаимоотношения между ожидаемой доходностью и риском акций, складывающиеся на рынках.

В модели риск, связанный с инвестициями в любой рискованный финансовый инструмент, делится на два вида: систематический и несистематический [7]. Систематический риск обусловлен общими рыночными и экономическими изменениями, воздействующими на все инвестиционные инструменты и не являющимися уникальными для конкретного актива. Несистематический риск связан с конкретной компанией-эмитентом.

Так как, систематический риск зависит от рынка, уменьшить его нельзя, но можно измерить воздействие рынка на доходность финансовых активов. В качестве меры систематического риска в CAPM используется показатель  $\beta$  (бета), характеризующий чувствительность финансового актива к изменениям рыночной доходности. Зная показатель  $\beta$  актива, количественно оценивается величина риска, связанного с ценовыми изменениями рынка в целом. Чем больше значение  $\beta$  показателя акции, тем сильнее растет цена при общем росте рынка, и наоборот - акции компании с большими положительными  $\beta$  сильнее падают при падении рынка [8].

Несистематический риск может быть уменьшен с помощью составления диверсифицированного портфеля из достаточно большого

количества активов или даже из небольшого числа антикоррелирующих между собой активов.

Финансовым менеджерам необходим точный расчет показателей для того, чтобы выбрать активы, которые соответствуют их стратегии. Важно заметить, что увеличение количества акций не способно ликвидировать систематический риск, но растущая покупка ценных бумаг может ликвидировать несистематический риск. Следовательно, инвестор полностью не может избежать риска, связанного с колебаниями рынка в целом.

На основании выводов У. Шарпа составили модель оценки долгосрочных активов (САРМ), которая базируется на предположении, что на конкурентном рынке ожидаемая премия за риск прямо пропорциональна коэффициенту бета. Коэффициент бета (еще называется коэффициентом Шарпа) является мерой инвестиционного риска финансового актива, который рассчитывается как отношения ковариации доходности актива и рыночного портфеля к дисперсии рыночного портфеля [9]. Коэффициент бета показывает чувствительность изменения доходности актива к среднерыночной доходности.

Модель У. Шарпа часто называют рыночной моделью, она предполагается линейной. Уравнение модели Шарпа имеет следующий вид:

$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) + e_i \quad , \quad (2.1)$$

$$\beta = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad , \quad (2.2)$$

где:

$r_i$  – ожидаемая доходность актива (акций);

$r_f$  – доходность по безрисковому активу;

$r_m$  – среднерыночная доходность;

$e_i$  - независимая случайная (переменная) ошибка.

$\beta$  – коэффициент бета (мера рыночного риска), который отражает чувствительность изменения стоимости активов в зависимости от доходности рынка. Данный коэффициент иногда называют коэффициент Шарпа.

Независимая случайная ошибка показывает специфический риск актива, который нельзя объяснить действием рыночных сил. Значение ее средней величины равно нулю. Она имеет постоянную дисперсию ковариацию с доходностью рынка, равную нулю.

Приведенное выше уравнение является уравнением регрессии. Если его применить к широко диверсифицированному портфелю, то значения случайных переменных ( $e_i$ ) в силу того, что они изменяются как в положительном, так и отрицательном направлении, гасят друг друга, и величина случайной переменной для портфеля в целом стремится к нулю. Поэтому для широко диверсифицированного портфеля специфическим риском можно пренебречь, тогда будет выполняться условие гомоскедастичности временного ряда. Гомоскедастичность (англ. homoscedasticity) - однородная вариативность значений наблюдений, выражающаяся в относительной стабильности, гомогенности дисперсии случайной ошибки регрессионной модели. Тогда модель Шарпа принимает следующий вид:

$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) . \quad (2.3)$$

В итоге были предложены четыре основных принципа выбора портфелей [6]:

1. Инвесторы предпочитают высокую ожидаемую доходность инвестиций и низкое стандартное отклонение. Портфели обыкновенных акций, которые обеспечивают наиболее высокую ожидаемую доходность при данном стандартном отклонении, называются эффективными портфелями.

2. Если инвестор хочет знать предельное влияние акции на риск портфеля, то он должен учитывать не риск акции самой по себе, а ее вклад в

риск портфеля. Этот вклад зависит от чувствительности акции к изменениям стоимости портфеля.

3. Чувствительность акции к изменениям стоимости рыночного портфеля обозначается показателем  $\beta$ . Следовательно,  $\beta$  измеряет предельный вклад акции в риск рыночного портфеля.

4. Если инвестор может брать займы или предоставлять кредиты по безрисковой ставке процента, тогда ему следует всегда иметь комбинацию безрисковых инвестиций и портфель обыкновенных акций.

Модель У. Шарпа внесла существенный вклад в развитие портфельной теории, если сравнивать области применения модели Г. Марковица и модели CAPM, первая используется на начальном этапе формирования портфеля активов при распределении инвестиционного капитала по их различным типам (акциям, облигациям, недвижимости и т. п.). А модель У. Шарпа, используется на следующем этапе, когда капитал распределяется между отдельными конкретными активами, составляющими выбранный сегмент (то есть по конкретным акциям, облигациям и т. п.).

## 2.2. Риск и доходность в модели CAPM

В CAPM зависимость между ожидаемой доходностью и риском графически можно описать с помощью линии рынка капитала (Capital Market Line - CML), которая представлена на рис. 1 [9].

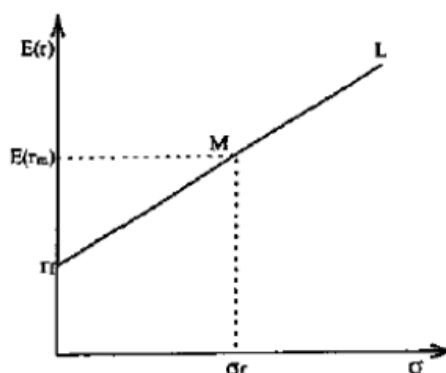


Рисунок 1 - Линия рынка капитала



где:

$M$  - это рыночный портфель;

$r_f$  - актив без риска;

$r_f L$  - линия рынка капитала;

$\sigma_m$  - риск рыночного портфеля;

$E(r_m)$  - ожидаемая доходность рыночного портфеля.

Все возможные оптимальные (эффективные) портфели, т. е. портфели, которые включают в себя рыночный портфель  $M$ , расположены на линии  $r_f L$ . Очевидно, что инвесторы будут выбирать портфели, располагающиеся на этой прямой, в соответствии с индивидуальной функцией полезности (в точке касания функции полезности и CML). Портфели для разных инвесторов (с разным риском) будут отличаться только долей безрискового актива.

Наклон CML необходимо рассматривать как вознаграждение (в единицах ожидаемой доходности) за каждую дополнительную единицу риска, которую инвестор берет на себя [11]. При приобретении актива без риска, инвестор обеспечивает себе доходность на уровне ставки без риска  $r_f$ . Если же он стремится получить более высокую ожидаемую доходность, то ему будет необходимо пойти на некоторый риск. Ставка без риска является вознаграждением за время, т. е. деньги во времени имеют ценность.

Инвесторы будут покупать один и тот же рискованный портфель, в разных долях, соответствующий точке  $M$  на эффективной границе. Следовательно, портфель  $M$  должен включать все рискованные если актив не включен в рискованный портфель, это означает, что на него нет никакого спроса и его стоимость будет равняться нулю.

Портфель рискованных активов, который является общим для всех инвесторов, называется рыночным портфелем [14]. В рыночном портфеле остается только систематический риск, источник которого нестабильность в макроэкономике, именно поэтому инвесторы проявляют большой интерес к данным по состоянию экономики. На систематический риск влияют

изменения следующих показателей: ВВП, инфляция, уровень процентных ставок, средний по экономике уровень корпоративной прибыли . Рыночная линия характеризует связь между риском и ожидаемой доходностью для эффективных портфелей.

Финансы любого предприятия являются открытой системой, следовательно, инвесторам при планировании своих капиталовложений, необходимо учитывать при этом конъюнктуру финансового рынка. Менеджеры компании могут ничего не знать об индивидуальных особенностях и личных предпочтениях потенциальных инвесторов, но это не освобождает их от обязанности предугадать главную потребность любого инвестора - получить доход, компенсирующий риск инвестиций. В этом им может помочь использование модели оценки финансовых активов.

### **2.3. Применение модели САМР в современных условиях рынка**

Теории оценки долгосрочных активов довольно понятны, но все же существует сложность их применения в условиях современного рынка. Существует следующие разногласия по поводу применения модели САМР: невозможность эмпирической проверки тезиса об эффективности рынка, не представительность биржевых индексов для оценки динамики портфеля, др. Модель САМР нецелесообразно применять к нестабильным рынкам, таким как азиатский и российский.

В данной работе рассматриваются российские компании ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа» и ПАО «М.Видео» поэтому исследуем недостатки модели САМР на примере ее использования, на российском рынке.

Во-первых, затруднения вызывает вопрос о величине безрисковой ставки в России. В условиях стабильной экономики безрисковая ставка отождествляется с доходностью по государственным обязательствам (облигации, векселя).

Во-вторых спорным является вопрос о том, какой должна быть рыночная премия. Причиной тому является недостоверность данных, обусловленная неэффективностью информации по причине высокой активности за пределами фондового рынка. Кроме того, в связи с недостатком внимания к анализу показателей индексов, существует проблема дефицита информации.

В-третьих, затруднение вызывает определение  $\beta$  - коэффициента. Он, как и другие показатели в расчетах, сильно зависит от выбранного для анализа периода. И мы не можем полностью полагаться на устаревшие данные, поскольку их актуальность, скорее всего, утрачена в условиях рассматриваемой на данный момент ситуации.

Использование модели CAPM в современных условиях, при расчете параметров, будет вызывать затруднения и вызывать значительные сомнения в их применении на практике. Индекс РТС рассчитывается на основе цен реальных сделок по более чем 100 акциям и более шести десятков эмитентов. Его недостаток заключается в том, что около 40% информации в индексе относится к привилегированным акциям.

Таким образом, используя модель CAPM, необходимо помнить истину: "Любая математическая модель хороша настолько, насколько хороши используемые в ней данные; она даёт правильный ответ для любого вида введённых данных. Соответственно, вопрос состоит не в том, насколько корректен полученный с помощью данной модели результат, а в том, насколько корректны введённые данные, давшие этот результат" [15].

### **3. Моделирование доходности акций при помощи модели Bekaert-Garch**

Рассмотрим модель на примере акций нескольких российских компаний, а именно ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М,Видео». Для этого воспользуемся программой Excel и EViews 8.

Были взяты исторические данные ежедневных котировок акций и индекса за полгода (270 данных), начиная с 01.05.2020 по 28.05.2021. Котировки акций были взяты на сайте Финама в разделе «Про рынок» → «Экспорт данных» [13],

По выбранным данным мы можем рассчитать логарифмическую доходность по формуле:

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (3,1)$$

где  $r_t$  – дневная логарифмическая доходность индекса,  $P_t$  – рублевое значение индекса в день  $t$ ,  $P_{t-1}$  – рублевое значение индекса в день  $t-1$ ,

Графическое представление динамик логарифмических доходностей для каждой акции и индекса представлены на рисунке 2:

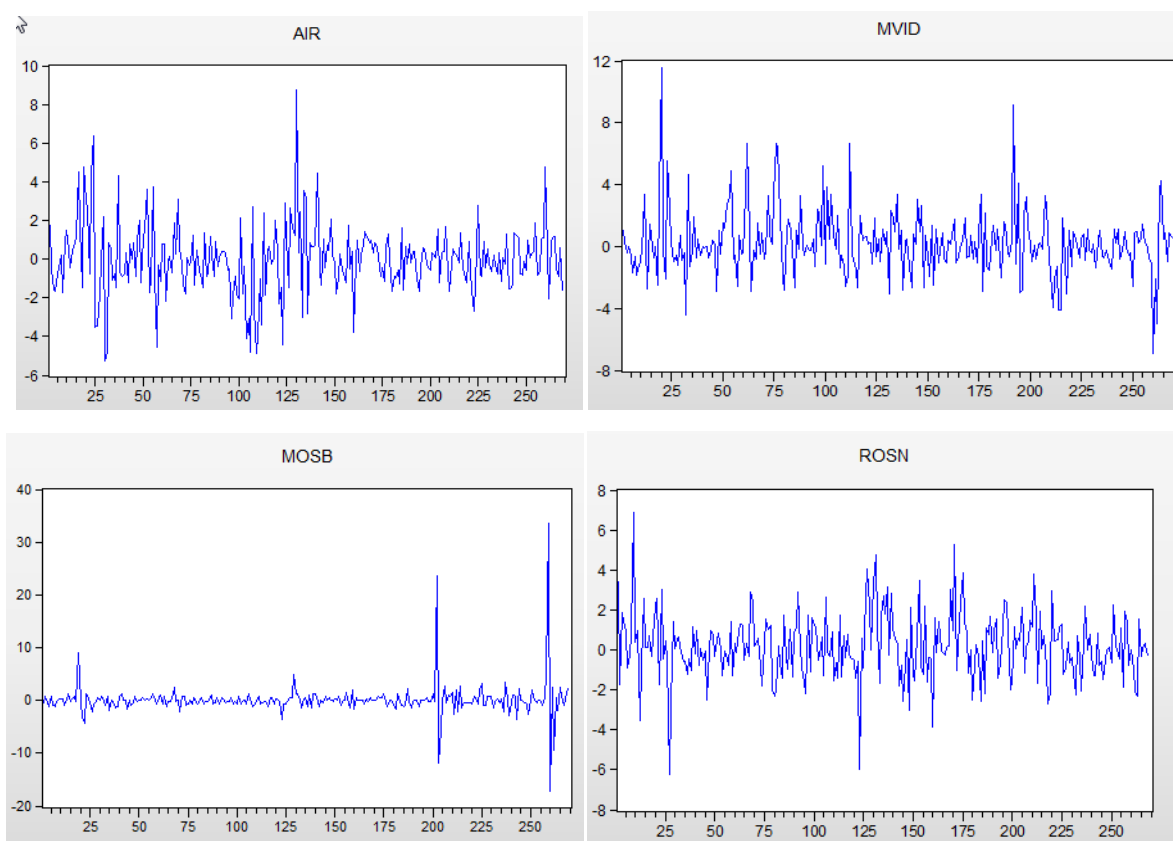


Рисунок 2 – Логарифмические доходности

Ниже, в таблице 1 представлена описательная статистика исходных данных:

Таблица 1 – Описательные статистики рядов доходности исходных данных

	М,Видео	Московская биржа	Аэрофлот	Роснефть
Среднее значение	0,23	0,08	-0,02	0,11
Медиана	0,50	0,00	-0,02	0,08
Максимальное значение доходности	11,55	33,56	8,76	6,90
Минимальное значение доходности	-6,90	-17,17	-5,27	-6,24
Стандартное отклонение	2,13	3,15	1,80	1,64
Коэффициент асимметрии	1,10	5,17	0,46	0,11
Коэффициент эксцесса	7,41	63,82	5,89	5,01
Харке-Бера	273,05	42655,79	103,86	45,96

Характеристики, которыми описываются выбранные данные:

- Кластеризация волатильности. Волатильность является изменчивой величиной, таким образом, периоды с высоким значением волатильности сменяются периодами с низкими значениями волатильности, и наоборот.
- Лепкуртозис – эффект заостренного пика, коэффициент эксцесса [8]. Значение этого коэффициента показывает, обладает ли ряд позитивным эксцессом и возрастают ли «хвосты» согласно нормальному распределению.
- Асимметрия, показывает характеризуются ли рассматриваемые ряды в некоторой степени асимметрией.
- Эффект долговременной памяти, данные периодически повторяются.
- Тест Харке-Бера показывает относится ли ряд к нормальному распределению [6]. Статистика Харке-Бера вычисляется, исходя из свойств нормального распределения, на основе коэффициентов асимметрии и эксцесса:

$$JB = \frac{T-k}{6} \left( S^2 + \frac{(K3)^2}{4} \right), \quad (3,2)$$

где  $S$  – коэффициент асимметрии,  $K$  – коэффициент эксцесса,  $k$  – количество оцениваемых в модели параметров (в данном случае равно нулю, т.к, никакая модель не оценивается). Статистика Харке-Бера распределена как  $\chi^2$ ,

Для того, что смоделировать условные ковариационные матрицы дневных доходностей акций ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М,Видео» была выбрана многомерная модель BEKK GARCH. Согласно выбранной модели эта матрица в момент времени  $t$  определяется следующим соотношением (3,3):

$$\Sigma_t = M'M + \sum_{i=1}^q A'_i \epsilon'_{t-1} A_i \epsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^p B'_i \Sigma_{t-i} B_i, \quad \epsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \Sigma_t), \quad (3,3)$$

где  $\Sigma_t$  - условная ковариационная матрица,  $M$  – верхняя треугольная матрица параметров,  $A$  и  $B$  – квадратные матрицы параметров размерности  $(N \times N)$ ,  $\Sigma_t$  – вектор инноваций размерности  $(N \times 1)$ ,  $q$  – порядок ARCH-членов  $\Sigma_t$ ,  $p$  – порядок GARCH-членов  $\Sigma_t$ ,  $\Omega_{t-1}$  – информация, доступная на момент  $t-1$ .

Если значение ковариации, больше нуля, можем сказать о том, что значения доходности акций, выбранных компаний, изменяются в одном направлении, если значение ковариации меньше нуля, то мы можем сказать о движениях между доходностями в разные стороны. Ковариация является низкой, равной почти нулю, то можно сказать, что колебания доходностей двух активов носят случайный характер.

Далее мы рассмотрели зависимости изменения доходностей акций одних компаний от других. На графиках, приведенных на рисунке 3, можно заметить следующее, доходность акций компании ПАО «Аэрофлот» и ПАО «Роснефть» изменяются в одном направлении, так как у них положительная ковариационная зависимость. Доходности акций остальных компаний, Роснефть и М,Видео, Московская биржа и Аэрофлот, М,Видео и Роснефть не связаны и носят случайный характер.

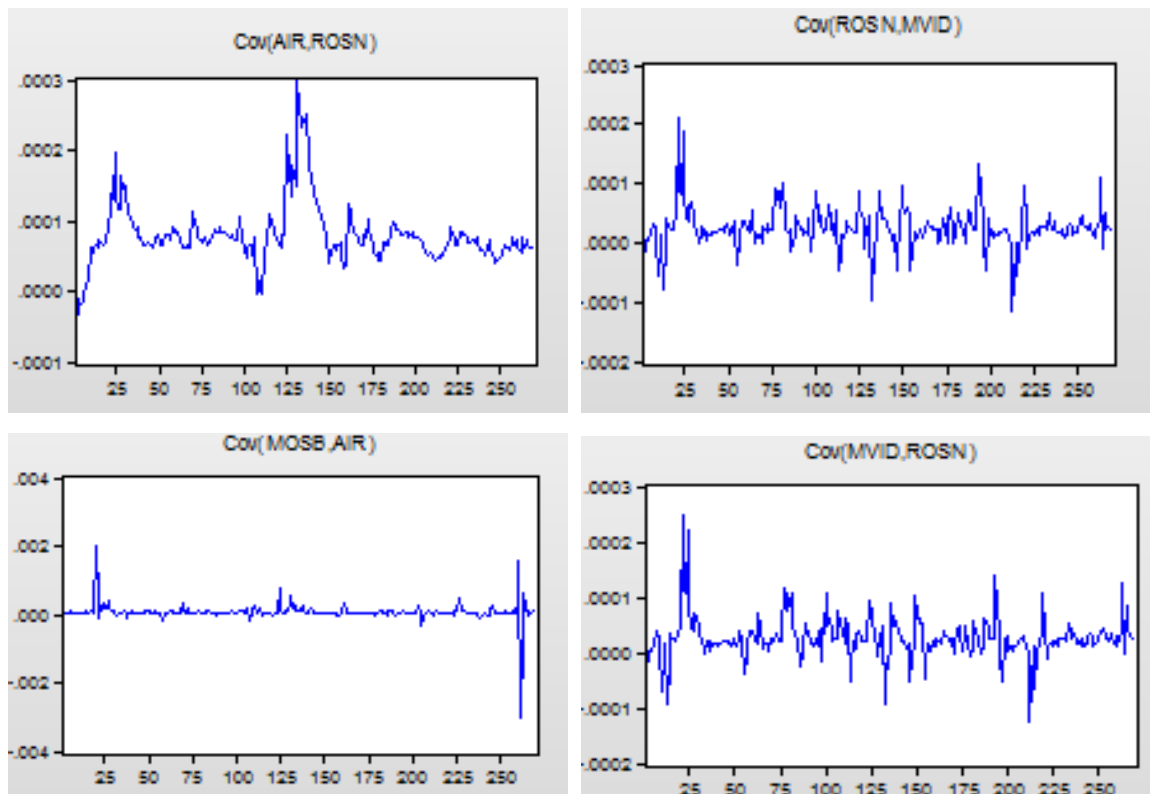


Рисунок 3– ковариационная зависимость доходностей акций

После чего рассмотрели матрицы ковариаций доходностей. Ковариационная матрица случайного вектора — квадратная симметрическая неотрицательно определенная матрица, на диагонали которой располагаются дисперсии компонент вектора, а внедиагональные элементы — ковариации между компонентами.

Residual Covariance Matrix			
	AIR	ROSN	
AIR	0.000325	8.64E-05	
ROSN	8.64E-05	0.000261	

Residual Covariance Matrix			
	ROSN	MVID	
ROSN	0.000264	3.20E-05	
MVID	3.20E-05	0.000451	

Residual Covariance Matrix			
	MOSB	AIR	
MOSB	0.000994	4.68E-05	
AIR	4.68E-05	0.000320	

Residual Covariance Matrix			
	MVID	ROSN	
MVID	0.000455	3.50E-05	
ROSN	3.50E-05	0.000261	

Рисунок 4 – матрицы ковариаций доходностей

На основе значения ковариации нельзя точно утверждать, как сильно взаимосвязаны величины, масштаб ее значения зависит и от дисперсий. Отнормируем масштаб дисперсий так, чтобы значения располагались на интервале от -1 до 1, поделив значение ковариации на произведение стандартных отклонений. Значения на интервале от -1 до 1, называются коэффициентом корреляции Пирсона. Далее рассмотрим коэффициенты корреляции доходностей акций.

Residual Correlation Matrix			
	AIR	ROSN	
AIR	1.000000	0.297025	
ROSN	0.297025	1.000000	

Residual Correlation Matrix			
	ROSN	MVID	
ROSN	1.000000	0.092692	
MVID	0.092692	1.000000	

Residual Correlation Matrix			
	MOSB	AIR	
MOSB	1.000000	0.082978	
AIR	0.082978	1.000000	

Residual Correlation Matrix			
	MVID	ROSN	
MVID	1.000000	0.101441	
ROSN	0.101441	1.000000	

Рисунок 5– матрицы корреляций доходностей

В данной работе можно сказать о том, что у всех акций положительная корреляционная зависимость, но при всем этом, они не велики. Можно сказать о том, что нельзя принимать адекватные решения о прогнозировании будущей доходности на основании доходностей четырех компаний.

Оценивание параметров многомерной модели Bekk-Garch в работе происходит при помощи метода максимального правдоподобия и с помощью эконометрического пакета EViews 8. При оценивании параметров выбранной модели, оцениваем параметры  $s_1, \dots, s_5$  из модели (3,1).

В данной работе рассмотрен вектор дневных доходностей акций ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М,Видео».



Рассматриваемый случайный вектор, зададим модель, представленной ниже (3,4):

$$r_t = \begin{pmatrix} r_{1,t} \\ r_{2,t} \\ r_{3,t} \\ r_{4,t} \\ r_{5,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1,t} \\ u_{2,t} \\ u_{3,t} \\ u_{4,t} \\ u_{5,t} \end{pmatrix} \quad \epsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \Sigma_t), \epsilon_t = \begin{pmatrix} u_{1,t} \\ u_{2,t} \\ u_{3,t} \\ u_{4,t} \\ u_{5,t} \end{pmatrix}, \quad (3.4)$$

где  $r_t$  – случайный вектор дневных доходностей,  $r_{1,t}, r_{2,t}, r_{3,t}, r_{4,t}$  и  $r_{5,t}$  – дневные доходности  $c_1, \dots, c_5$  – константы,  $\epsilon_t$  – случайный вектор инноваций размерности  $(5 \times 1)$  (математическое ожидание  $=0$ , условная ковариационная матрица –  $\Sigma_t$ ), где  $\Omega_{t-1}$  – информация, доступная на момент времени  $t-1$ .

Так как матрица  $r_t$  равняется матрице  $\epsilon_t$ , то условную ковариационную матрицу случайного вектора инноваций мы используем в качестве условной ковариационной матрицы случайного вектора доходностей  $r_t$ .

Оценки параметров  $r_t$  отображены на рисунках 6-9, а оценки значений параметров многомерной модели bekk-Garch (1,1) для условной ковариационной матрицы представлены на рисунках 10-13.

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-0.000944	0.001032	-0.914959	0.3602
C(3)	-0.001231	0.056930	-0.021614	0.9828
C(4)	0.000808	0.001027	0.787103	0.4312
C(5)	0.124055	0.060701	2.043360	0.0410

Рисунок 6– Оценки значений параметров  $r_t$  Аэрофлота от вектора доходностей Роснефти

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.000896	0.001005	0.891341	0.3727
C(3)	0.037607	0.048552	0.774559	0.4386
C(4)	0.001460	0.001440	1.013942	0.3106
C(5)	0.053643	0.079888	0.796657	0.4256

Рисунок 7 – Оценки значений параметров  $r_t$  Роснефти от вектора доходностей М,Видео

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001214	0.002133	0.569272	0.5692
C(3)	-0.024844	0.124414	-0.199685	0.8417
C(4)	-0.000459	0.001046	-0.438780	0.6608
C(6)	0.108759	0.066032	1.647053	0.0995

Рисунок 8 – Оценки значений параметров  $\pi$  Московской биржи от вектора доходностей Аэрофлота

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001394	0.001401	0.995588	0.3195
C(3)	0.009535	0.075945	0.125553	0.9001
C(4)	0.000757	0.000995	0.761144	0.4466
C(6)	0.157293	0.061295	2.564677	0.0103

Рисунок 9 – Оценки значений параметров  $\pi$  М, Видео от вектора доходностей Роснефти

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	2.35E-05	6.76E-06	3.480966	0.0005
M(1,2)	9.83E-06	3.41E-06	2.881659	0.0040
M(2,2)	1.04E-05	7.78E-06	1.341812	0.1787
A1(1,1)	0.485714	0.069440	6.994772	0.0000
A1(2,2)	0.117682	0.050968	2.308526	0.0210
B1(1,1)	0.844706	0.033739	25.03680	0.0000
B1(2,2)	0.970484	0.018569	52.26344	0.0000

Рисунок 10 – Оценки значений параметров многомерной модели bekk-Garch(1,1) Аэрофлота и Роснефти

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	1.07E-05	8.11E-06	1.325078	0.1851
M(1,2)	1.13E-05	1.25E-05	0.898713	0.3688
M(2,2)	0.000219	4.95E-05	4.434328	0.0000
A1(1,1)	0.139469	0.051558	2.705061	0.0068
A1(2,2)	0.599735	0.075683	7.924277	0.0000
B1(1,1)	0.967480	0.020544	47.09240	0.0000
B1(2,2)	0.453562	0.172079	2.635781	0.0084

Рисунок 11 – Оценки значений параметров многомерной модели bekk-Garch(1,1) Роснефти и М, Видео

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000318	5.19E-05	6.116846	0.0000
M(1,2)	2.82E-05	1.89E-05	1.495904	0.1347
M(2,2)	1.89E-05	7.70E-06	2.461849	0.0138
A1(1,1)	1.119590	0.058431	19.16102	0.0000
A1(2,2)	0.384082	0.080285	4.783986	0.0000
B1(1,1)	0.322198	0.135898	2.370876	0.0177
B1(2,2)	0.895138	0.036534	24.50148	0.0000

Рисунок 12 – Оценки значений параметров многомерной модели bekk-Garch(1,1) Московской биржи и Аэрофлота

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000219	4.55E-05	4.811262	0.0000
M(1,2)	1.20E-05	1.20E-05	0.999992	0.3173
M(2,2)	1.04E-05	7.18E-06	1.447227	0.1478
A1(1,1)	0.621488	0.060811	10.21996	0.0000
A1(2,2)	0.152039	0.056586	2.686863	0.0072
B1(1,1)	0.441430	0.161324	2.736295	0.0062
B1(2,2)	0.965611	0.020128	47.97397	0.0000

Рисунок 13 – Оценки значений параметров многомерной модели bekk-Garch(1,1) Московской биржи и Аэрофлота

Для начала выберем акции компаний с более значимыми параметрами модели. Аэрофлот будем рассматривать относительно изменениям цены Роснефти, Роснефти относительно М,Видео, Московской биржи относительно Аэрофлота, М,Видео относительно Роснефти. Далее для каждой компании необходимо рассчитать коэффициент  $\beta$  акций ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М,Видео» с помощью стандартных функций Excel («Анализ данных» → «Регрессия»).

Чувствительность изменения доходности акций показывает  $\beta$  коэффициент. Знак перед  $\beta$  показывает в каком направлении идет движение, Значение коэффициента описано в таблице 2.

Таблица 2 - Показания к значению  $\beta$  - коэффициента

Знак $\beta$ - коэффициента	Комментарии
$\beta > 1$	Изменения доходности акций одной компании чувствительны к изменениям доходности акций другой компании
$\beta = 1$	Изменения доходности акций компаний совпадают
$0 < \beta < 1$	Изменения доходности акций одной компании менее чувствительны к изменениям доходности акций другой компании
$\beta = 0$	Изменения доходности акций одной компании не зависит от изменения доходности акций другой компании

Результаты вычислений коэффициентов представлены ниже, на рисунках 14-17.

Вывод итогов								
<b>Регрессионная статистика</b>								
Множественный R	0,305030804							
R-квадрат	0,093043791							
Нормированный R-кв	0,089646952							
Стандартная ошибка	0,017213145							
Наблюдения	269							
<b>Дисперсионный анализ</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>			
Регрессия	1	0,008115827	0,008115827	27,39128096	3,37E-07			
Остаток	267	0,079110058	0,000296292					
Итого	268	0,087225885						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	-0,000802255	0,001055188	-0,760295945	0,447748548	-0,00288	0,001275	-0,00288	0,001275
Переменная X 1	0,33612242	0,064223107	5,233668021	3,36653E-07	0,209674	0,462571	0,209674	0,462571

Рисунок 14 - Значения коэффициентов для ПАО «Аэрофлот»

Вывод итогов								
<b>Регрессионная статистика</b>								
Множественный R	0,403468229							
R-квадрат	0,162786612							
Нормированный R-кв	0,159639193							
Стандартная ошибка	0,018164059							
Наблюдения	268							
<b>Дисперсионный анализ</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>			
Регрессия	1	0,017064358	0,017064358	51,72067162	6,49E-12			
Остаток	266	0,087762188	0,000329933					
Итого	267	0,104826546						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	-0,000612172	0,001115674	-0,548701851	0,583670326	-0,00281	0,001585	-0,00281	0,001585
Переменная X 1	0,487482618	0,067783979	7,191708533	6,49413E-12	0,354021	0,620944	0,354021	0,620944

Рисунок 15 - Значения коэффициентов для ПАО «Роснефть»

Вывод итогов								
<b>Регрессионная статистика</b>								
Множественный R	0,081746636							
R-квадрат	0,006682512							
Нормированный R-кв	0,002962222							
Стандартная ошибка	0,031478848							
Наблюдения	269							
<b>Дисперсионный анализ</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	0,001779921	0,001779921	1,796234178	0,181307788			
Остаток	267	0,264575071	0,000990918					
Итого	268	0,266354991						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,000849735	0,001919456	0,442695708	0,658344275	-0,002929459	0,004629	-0,00293	0,004629
Переменная X 1	0,142849135	0,106585012	1,340236613	0,181307788	-0,067004876	0,352703	-0,067	0,352703

Рисунок 16 - Значения коэффициентов для ПАО «Московская биржа»

Вывод итогов								
<b>Регрессионная статистика</b>								
Множественный R	0,096676134							
R-квадрат	0,009346275							
Нормированный R-кв	0,005635961							
Стандартная ошибка	0,021256538							
Наблюдения	269							
<b>Дисперсионный анализ</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>			
Регрессия	1	0,001138185	0,001138185	2,518998642	0,113666			
Остаток	267	0,120641385	0,00045184					
Итого	268	0,12177957						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,00205903	0,001303053	1,580158016	0,115254584	-0,00051	0,004625	-0,00051	0,004625
Переменная X 1	0,125874449	0,079309209	1,587135357	0,113665507	-0,03028	0,282025	-0,03028	0,282025

Рисунок 17 - Значения коэффициентов для ПАО «М.видео»

И так, выполнив вычисления, можно сделать следующие выводы: в случае аэрофлота,  $\beta$  – коэффициент = 0,34, у роснефти нефти  $\beta = 0,48$ , у московской биржи  $\beta = 0,14$ , у м,видео  $\beta = 0,13$  – так как коэффициенты малы, то можем утверждать, что степень влияния доходности одних компаний на доходность акций других компаний невелика.

Рассчитаем безрисковую ставку  $R_f$  для модели CAPM.  $R_f$  – данное определённый обеспеченный степень прибыльности, приобретаемый инвестором, присутствие исполнении другого инвестирования. Процентную ставку смотрим на сайте ЦБ РФ «Ключевая ставка Банка России» [13]. На момент 31.05.2021 года, процентная ставка составляла около 5% годовых, для ежедневных данных это составит 0,0137%.

Ожидаемую доходность акций рассчитаем на основании прошлых значений доходности ценной бумаги:

$$R_m = \frac{\left( \sum_{t=1}^T \frac{r_t^i}{r_{t-1}^i} - 1 \right)}{T} . \quad (3.5)$$

Таблица 3 – Рассчитанные показатели

Rf	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	Rm	R_bekk_mvid	R_bekk_mosb	R_bekk_rosn	R_bekk_air
0,0137	0,34	0,48	0,14	0,13	0,9446	0,3195	0,5692	0,3727	0,3602

В следствии проделанного исследования, т.е. анализа акции компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео» мы рассчитали  $R$  - ожидаемая доходность акции, которая отражает поступление денежного потока в будущем периоде, в зависимости от коэффициента  $\beta$ , Результаты отображены на рисунке 18.

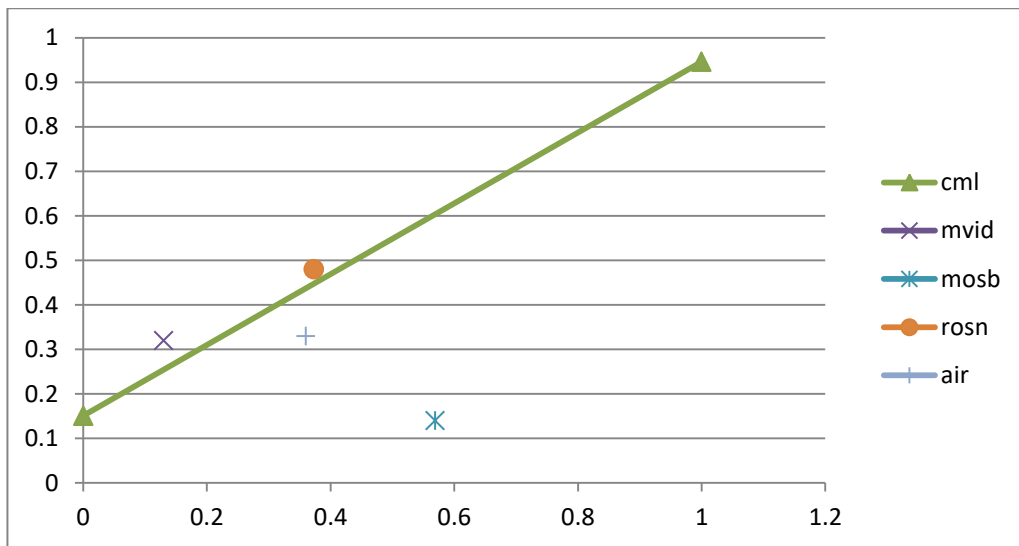


Рисунок 18 - Рыночная линия

На основе представленного графика рыночной линии CML, мы можем дать рекомендации как инвесторам, так и эмитентам.

Акции компании ПАО «Роснефть», со стороны эмитента, стоит увеличить выпуск акций, так как расположение *rosnn* свидетельствует о том, что выпуск акций повлечет за собой доходность при заданном уровне риска, Из этого следует, что выпуск акций можно увеличить.

Компаниям ПАО «Аэрофлот» и ПАО «Московская биржа», рекомендуется уменьшить выпуск акций, так как расположение *air* и *mosb*, говорит о том, что доходность данных акций не оправдывает связанного с ними риска.

Рассматривая представленный график CML, инвестор может заключить, что акции ОАО «Аэрофлот», ПАО «Московская биржа» недооценены, а ПАО «Роснефть» и ПАО «М,Видео» переоценены, невзирая на их довольно близкое размещение около линии рынка.

Согласно проведенному анализу, рекомендуется приобретать акции ПАО «Роснефть».

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Цель дипломной работы: моделирование доходности акций на основе модели Векк-GARCH.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является оценка моделирования доходности акций на основе модели Векк-GARCH с позиции ресурсоэффективности и конкурентоспособности.

Для достижения поставленной цели решим следующие задачи:

1. Определить потенциальных потребителей результатов исследования.
2. Провести анализ конкурентных технических решений.
3. Выполнить SWOT-анализ: описать сильные и слабые стороны проекта, выявить возможности и угрозы для реализации проекта.
4. Оценить степень готовности научной разработки к коммерциализации.
5. Построить календарный план-график проведения работ научно-исследовательского проекта.
6. Рассчитать бюджет научного исследования.
7. Определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективности исследования.

##### **4.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

В процессе написания магистерской диссертации были определены следующие потенциальные потребители результатов исследования:

- инвестиционные компании,
- частные инвесторы, готовые вкладывать свои деньги в акции.

Для анализа потребителей необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – это самая выгодная группа сегментов рынка (или один сегмент), на которые направлена разработка. В свою очередь, сегмент

рынка – это группа потребителей, которые характеризуются однотипной реакцией на предлагаемый продукт. Сегментирование – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

#### 4.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, так как рынки находятся в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в исследование, для того чтобы своевременно противостоять своим конкурентам. Важно реалистично оценить слабые и сильные стороны разработок своих соперников.

При анализе движений цены финансовых активов важно оценить, построить и спрогнозировать динамику волатильности и доходности инструментов. Эта задача может быть выполнена с помощью многомерных Garch моделей. Мы рассматриваем в нашей работе модель Bekk Garch (ф), которая является модификацией модели Garch (к).

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к</sub>
1. Влияние волатильности рассчитанной на предыдущих шагах	0,3	5	5	1,5	1,5
2. Размерность матрицы параметров	0,2	5	4	1	0,8
3. Диагональная форма модели	0,1	3	3	0,3	0,3
4. Положительная определенность ковариационной матрицы остатков	0,4	5	2	2	0,8
Итого	1	18	13	4,8	3,4

Позиция разработки и конкурентов оценивается по пятибалльной шкале. Веса показателей в сумме должны составлять 1.



Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что модель Bekk Garch по многим показателям является наиболее предпочтительной, чем модель Garch, так как значение 4,8 в разы больше значения 3,4.

### 4.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ — это метод стратегического планирования. Он используется, для того чтобы помочь человеку/организации определить свои сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, связанные с конкуренцией или планированием проекта. Приведем матрицу SWOT-анализа для модели Bekk Garch.

Таблица 5 - Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>С1. Гарантируется положительная определённость ковариационной матрицы.</p> <p>С2. Условная ковариационная матрица зависит от значений, которые были ранее.</p> <p>С3. Наглядность представления результатов исследования.</p>	<p>Сл1. Оценка большого числа параметров.</p> <p>Сл2. Сложность вычисления.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Повышение инвестиционной активности населения.</p>	<p>В1С2</p> <p>Реализация финансовых операций с максимальной стоимостью активов.</p>	<p>В2Сл1</p> <p>Возможность расчета будущих доходностей акций.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Финансовый кризис.</p>	<p>У1С3</p> <p>Защита инвесторов путем принятия своевременных решений продажи акций.</p>	<p>У1Сл2</p> <p>Неточный расчет бедующих доходностей акций.</p>

Таким образом, можно сделать вывод о том, что необходимо придерживаться следующих стратегий: стратегии повышения

инвестиционной активности населения, что в свою очередь обеспечит реализацию финансовых активов с максимальной стоимостью активов; в момент финансового кризиса, необходимо наглядно просматривать результаты исследования, что поможет своевременно принять решение о продаже акций.

#### 4.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для данной работы проведён анализ степени проработанности проекта с позиции коммерциализации (см. таблица 6). В таблице указаны оценки степени готовности научного проекта в коммерческом отношении. Каждый показатель анализа был оценён по пятибалльной шкале.

Оценки степени проработанности научного проекта трактуются следующим образом: 1 – не проработано; 2 – проработано слабо; 3 – выполнено, но качество под сомнением; 4 – выполнено качественно; 5 – имеется положительное заключение независимого эксперта. Оценка уровня имеющихся знаний у разработчика определяется в соответствии со следующей системой баллов: 1 – не знаком или знаком мало; 2 – знаком с теорией; 3 – знаком с теорией и практическими примерами применения; 4 – знаком с теорией и самостоятельно выполняет; 5 – знаком с теорию, выполняет, может консультировать.

Таблица 6 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	1
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5

Продолжение таблицы 6

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	2
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	1	1
	ИТОГО БАЛЛОВ ( $B_{\text{сум}}$ )	35	32

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение  $B_{\text{сум}}$  получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что перспективность коммерциализации находится на среднем уровне, а готовность научного проекта к коммерциализации в суммарном количестве баллов превышает уровень имеющихся знаний у разработчика.

#### **4.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (а это, как правило, владелец соответствующих объектов интеллектуальной собственности), следует своей цели, которая складывается из намерения использования полученного коммерческого эффекта.

Эффективность и время продвижения товара на рынок зависит от выбранного метода коммерциализации. Выделяют 8 методов коммерциализации научных разработок: торговля патентными лицензиями, передача ноу-хау, инжиниринг, франчайзинг, организация собственного предприятия, передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия, организация совместного предприятия, организация совместных предприятий.

Для данного научно-технического исследования оптимальным методом будет инжиниринг, который предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг.

Инжиниринг создает объекты и продумывает их эксплуатацию, базируясь на научных знаниях. Кроме того, инжиниринг - это подготовка технико-экономических обоснований проектов, предоставление рекомендаций в области организации производства и управления.

Помимо всего прочего, инжиниринг включает в себя предоставление рекомендаций относительно путей и приемов реализации продукции.

#### **4.6. Инициация проекта**

Устав научного проекта магистерской работы должен иметь следующую структуру:

1. Цели и результат проекта.

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представим в таблице 4.

Таблица 4 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
инвестиционные компании; частные инвесторы, готовые вкладывать свои деньги в акции.	получение максимальной доходности от приобретенных акций

Необходимо привести информацию об иерархии целей проекта и критериях достижения целей согласно таблице 7.

Таблица 7 - Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Рекомендации по приобретению акций
Ожидаемые результаты проекта:	Получение максимальной доходности купленных акций
Критерии приемки результата проекта:	Положение акций относительно линии рынка
Требования к результату проекта:	Требование:
	Высокая скорость расчетов
	Возможность прогнозирования дальнейших событий, основываясь на исторических данных акций
	Удовлетворение потребностей инвестора

## 2. Организационная структура проекта.

В ходе реализации научного проекта, помимо магистранта, задействован ряд специалистов:

- Руководитель проекта – отвечает за реализацию проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участников проекта.

- Консультант проекта – помогает руководителю проекта в координации деятельности участников проекта.

- Исполнитель по проекту – специалист, выполняющий отдельные работы по проекту.

Таблица 8 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Запивахина Е.Г., ТПУ, магистр	Определение положения акций компаний относительно линии рынка	Основной разработчик проекта	474
2	Крицкий О.Л., ТПУ, доцент	Консультации по основным вопросам темы	Руководитель проекта	56
2	Бельснер О.А., ТПУ, старший преподаватель	Консультации по основным вопросам темы	Консультант проекта	38
<b>ИТОГО:</b>				<b>568</b>

### 3. Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта. Представим эту информацию в таблице 9.

Таблица 9 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	199 181,42
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	5 месяцев
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	11.01.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2021

Таким образом, установлены цели и результаты проекта, рассмотрена организационная структура проекта, определены ограничения и допущения проекта.

#### 4.7. Планирование управления научно-исследовательского проекта

Для выполнения работы должна быть сформирована рабочая группа, в состав которой входит научный руководитель проекта (НР), консультант проекта (К) и инженер (И). После чего, в рамках проведения научного исследования, необходимо было выполнить ряд основных этапов, представленных в Таблице 10.

Таблица 10 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение задания	И, НР
	2	Календарное планирование работ по теме	И
	3	Изучение материалов по теме	И
Выбор направления исследований	4	Анализ исходных данных	И
	5	Выбор метода выполнения работы	И, НР, К
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Применение модели Bekk Garch	И
	7	Анализ результатов работы	И
Обобщение и оценка результатов	8	Составление отчета по работе	И

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Линейный график представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление и утверждение задания магистерской диссертации	1	11.01.2021	12.01.2021	Запихаина Е.Г., Крицкий О.Л
2	Календарное планирование работ по теме	2	13.01.2021	15.01.2021	Запихаина Е.Г.
3	Изучение материалов по теме	10	16.01.2021	31.01.2021	Запихаина Е.Г.
4	Анализ исходных данных	10	01.02.2021	14.02.2021	Запихаина Е.Г.
5	Выбор метода выполнения работы	5	15.02.2021	21.02.2021	Запихаина Е.Г., Бельснер О.А, Крицкий О.Л
6	Применение метода к исходным данным	35	22.02.2021	11.04.2021	Запихаина Е.Г.
7	Анализ результатов работы	20	12.04.2021	09.05.2021	Запихаина Е.Г..
8	Составление отчета по работе	16	10.05.2021	31.05.2021	Запихаина Е.Г.
ИТОГО:		99			

Одним из наиболее удобных и наглядных способов представления календарного плана работы является построение ленточного графика проведения ВКР в форме диаграммы Гантта. Диаграмма Гантта представляет собой горизонтальный ленточный график, где работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.



График строится в виде таблицы 12 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 12 - Календарный план-график проведения работ

Код работы	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$	Продолжительность выполнения работ														
				январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение задания магистерской диссертации	НР,И	1	■														
2	Календарное планирование работ по теме	И	2	■														
3	Изучение материалов по теме	И	9		■	■												
4	Анализ исходных данных индекса	И	8				■	■	■									
5	Выбор метода выполнения работы	НР, К, И	7							■	■	■						
6	Применение метода к исходным данным	И	29							■	■	■	■	■	■			
7	Анализ результатов работы	И	35													■	■	■
8	Составление отчета по работе	И	10															■

■ – инженер, ■ – консультант, ■ – научный руководитель.

Таким образом, построен план управления научным проектом, определены виды работ, установлены даты начала и окончания работ и состав участников.

#### 4.8. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Определение полных затрат на выполнение ВКР производится путем суммирования расходов по следующим статьям:

- материальные затраты НИИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

Отразим стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и, при необходимости, на доставку.

Таблица 13 - Сырье, материалы, комплектующие изделия

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага, формат А4	Пачка	2	318	636
Картридж для принтера	Шт	1	1299	1 299
Программное обеспечение Windows	Шт	1	12600	12 600
Flashcard, 32 Гб	Шт	1	490	490
Итого:				15 025

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) научного руководителя (консультанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (4.2)$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.3)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: 10,4;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр}) \cdot k_p, \quad (4.4)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,7 (г. Томск).

Таблица 14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Консультант	Инженер
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	118	118	118
– выходные дни			
– праздничные дни			
Потери рабочего времени:	48	48	48
– отпуск			
– невыходы по болезни			14
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	247	247

Приведем расчет заработной платы для научного руководителя:

$$Z_m = 36\,174 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,7 = 79\,944,54 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{79\,944,54 \cdot 10,4}{247} = 3\,366,09 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = 3\,366,09 \cdot 6 = 20\,196,52 \text{ руб.}$$

Приведем расчет заработной платы для консультанта:

$$Z_{\text{м}} = 26\,832 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,7 = 59\,298,72 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{59\,298,72 \cdot 10,4}{247} = 2\,496,79 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = 2\,496,79 \cdot 5 = 12\,483,95 \text{ руб.}$$

Приведем расчет заработной платы для консультанта:

$$Z_{\text{м}} = 11\,538 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,7 = 25\,498,98 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{25\,498,98 \cdot 10,4}{247} = 1\,073,64 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = 1\,073,64 \cdot 99 = 106\,290,36 \text{ руб.}$$

Расчет основной заработной платы приведем в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	26 832	0,3	1,7	79 944,54	3 366,09	6	20 196,52
Консультант	36 174	0,3	1,7	59 298,72	2 496,79	5	12 483,95
Инженер	11 538	0,3	1,7	25 498,98	1 073,64	99	106 290,36
Итого:							138 970,83

Отразим обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (4.5)$$

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Расчет отчислений во внебюджетные фонды приведем в таблице 16.

Таблица 16 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Научный руководитель	20 196,52
Консультант	12 483,95
Инженер	106 290,36
Коэффициент отчислений	0,302
Итого:	41 969,19

Проведем расчет стоимости услуг сторонних организаций и накладных расходов. Накладные расходы используются для учета прочих затрат проектной группы, которые не попали в рассчитываемые ранее статьи расходов: услуги связи, электроэнергии и т.д.

Так как работа выполнялась с использованием персонального компьютера, то накладные расходы состоят из платы за электроэнергию и интернет. Примерная потребляемая мощность компьютера равна  $P=0,3$  кВт/ч. Плата за интернет-соединение составила  $S_{\text{и}} = 600$  руб/мес. Тогда, при 8-часовом рабочем дне накладные расходы составляют:

$$C_{\text{нак}} = 8 * (T_{\text{р}} * P) * S_{\text{эл}} + \frac{T_{\text{р}}}{30} * S_{\text{и}}, \quad (4.6)$$

где  $S_{\text{эл}} = 3,85$  руб / кВт · ч — удельная плата за электроэнергию.

Расчет накладных расходов приведем в таблице 17.

Таблица 17 - Накладные расходы

Исполнитель	Накладные расходы, руб.
Научный руководитель	175,44
Консультант	146,2
Инженер	2 894,76
Итого:	3 216,4

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Расчет бюджета научно-исследовательской работы приведен в таблице 18.

Таблица 18 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	15 025,00
Основная заработная плата	138 970,83
Отчисления во внебюджетные фонды	41 969,19
Накладные расходы	3 216,40
Бюджет затрат:	199 181,42

Таким образом, проведено планирование бюджета научного исследования, рассчитаны материальные затраты, основная заработная плата руководителя и инженера, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). Бюджет затрат составил 199 181,42 рублей.

#### **4.9. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин:

Интегральный финансовый показатель разработки:

$$I_{\text{финр}}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.7)$$

где  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.8)$$

где  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 19.

Таблица 19 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Адекватность (статистическая значимость)	0,10	5	4
2. Возможность применения любым Предприятием/ предпринимателем	0,15	5	5
3. Требуется наличие исторических данных	0,20	5	5
4. Энергосбережение	0,20	3	3
5. Надежность	0,25	3	3
6. Конкурентоспособность	0,10	4	3
Итого:	1	25	23

$$I_{\text{ТП}} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 4$$

$$I_{\text{аналог}} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 = 3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки  $I_{исп.i}$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}} . \quad (4.9)$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} . \quad (4.10)$$

Таблица 20 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,053	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разрабатываемый проект является более эффективным вариантом решения поставленной задачи по сравнению с предложенным аналогом, основываясь на показателях эффективности.



## **Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение»**

1. Потенциальными потребителями результатов исследования являются инвестиционные компании, частные инвесторы.

2. В результате проведения анализа конкурентных технических решений сделан вывод о том, что модель Bekk Garch по многим показателям является наиболее предпочтительной, чем модель Garch.

3. Определены сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы для реализации проекта. По итогам выполнения SWOT-анализа выбраны наиболее эффективные стратегии: повышение инвестиционной активности населения, что в свою очередь обеспечит реализацию финансовых активов с максимальной стоимостью активов; в момент финансового кризиса, необходимо наглядно просматривать результаты исследования, что поможет своевременно принять решение о продаже акций.

4. Оценка степени готовности научной разработки к коммерциализации показала средний уровень, который можно повысить путем более детального исследования коммерческой составляющей проекта.

5. В процессе планирования научно-исследовательского проекта построен план управления научным проектом, определены виды работ, установлены даты начала и окончания работ и состав участников.

6. При планировании бюджета рассчитаны материальные затраты, основная заработная плата руководителя и инженера, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы. Бюджет затрат составил 178 208,28 рублей.

7. Оценка эффективности исследования показала, что разрабатываемый проект является более эффективным вариантом решения поставленной задачи по сравнению с предложенным аналогом.

## **5. Социальная ответственность**

В данном разделе рассматриваются вопросы по поводу организации рабочего места в соответствии с санитарно производственными нормами, по поводу техники производственной безопасности и охраны окружающей среды, а также выявляются и изучаются вредные и опасные факторы при работе с ПЭВМ.

Для обеспечения безопасности работников и окружающей среды даны рекомендации по выполнению комплекса мероприятий технического и организационного характера.

Выполнение магистерской диссертации предполагает использование ПЭВМ для проведения расчетов.

Параметры помещения, где выполнялась работа: длина кабинета  $a=6$  м, ширина  $b=4$  м, высота  $H=3$  м, высота рабочего стола  $h_p=0,75$  м. В комнате располагается одно окно, при помощи которого проводят проветривание помещения, так же окно способствует дополнительному освещению. Соответственно освещение в помещении является комбинированным. Оно включает в себя искусственное и естественное освещение.

В помещении нет искусственной вентиляции, воздух поступает и удаляется через дверь и окно, такая вентиляция является естественной.

В зимнее время помещение отапливается. Электроснабжение осуществляется по сети переменного тока и равно 220 В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ 12.1.013-78.

### **5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Правовую основу обеспечения безопасности деятельности составляют соответствующие законы и постановления, которые принимаются представительными органами Российской Федерации.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса.

В целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать следующие общие требования:

1. Все персональные данные работника следует получать у него самого;
2. Защита персональных данных работника от неправомерного их использования или утраты должна быть обеспечена работодателем за счет его средств;
3. Работодатели, работники и их представители должны совместно вырабатывать меры защиты персональных данных работников.

Положение работника при работе за ПЭВМ является сидячим. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов.

Система оплаты труда включает в себя следующие виды выплат:

- должностные оклады, ставки заработной платы (базовая часть);
- выплаты компенсационного характера;
- выплаты стимулирующего характера.

Базовая часть фонда оплаты труда обеспечивает работнику гарантированную заработную плату, рассчитанную пропорционально отработанному времени.

Стимулирующие выплаты являются дополнительными и могут быть установлены работнику с учетом уровня его профессиональной подготовленности, сложности, важности и качества выполняемой работы,

степени самостоятельности и ответственности при выполнении поставленных задач и других факторов.

Нормы труда должны быть установлены при определении количества времени, необходимого для реализации определенного объема работ.

Конструкция рабочего места должна обеспечить работника выполнением трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунках ниже.

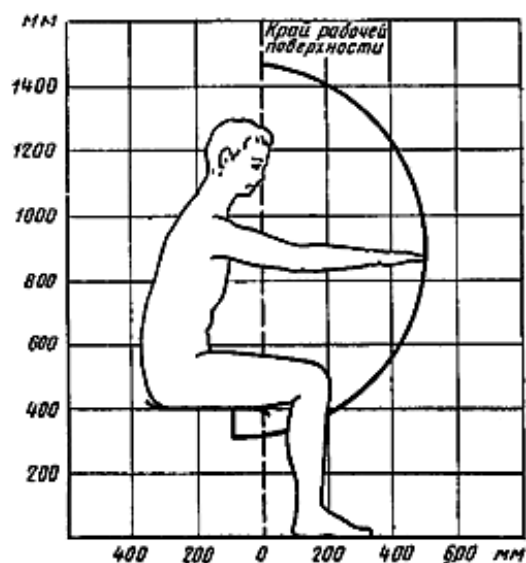


Рисунок 19 - Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

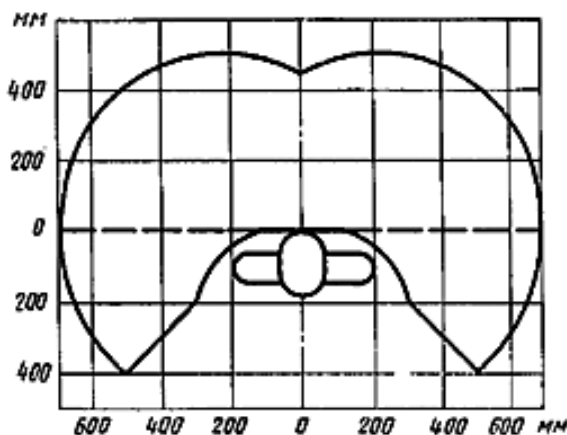


Рисунок 20 - Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места необходимо обеспечить оптимальное положение работника, которое достигается регулированием: высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног. Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ширина должна быть не менее 300 мм, длина - не менее 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю следует предусматривать бортик высотой 10 мм.

Положение работника при выполнении работы за ПЭВМ является сидячим, следовательно, элементы, которые обеспечивают необходимое положение, стол и стул. Рациональная планировка рабочего места определяет порядок и местоположение предметов, необходимых при работе.

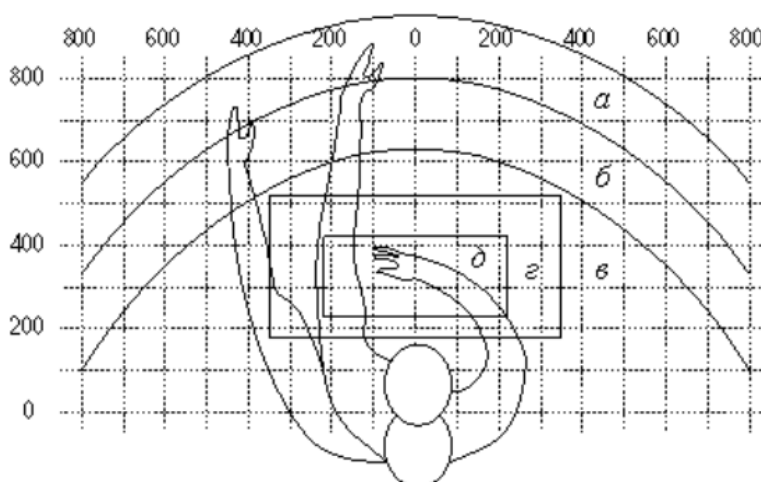


Рисунок 21 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Основные :

- а – зона максимальной досягаемости;
- б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в – зона легкой досягаемости ладони;
- г – оптимальное пространство для трудной работы;
- д – оптимальное пространство для тонкой работы.

## 5.2. Производственная безопасность

Для выполнения данной работы требуется длительное нахождение за компьютером. Таким образом, согласно ГОСТ 12.0.003-2015

«Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно выделить вредные и опасные факторы, которые представлены в таблице 21.

Таблица – 21. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Отклонение показателей микроклимата	+		+	ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Превышение уровня шума	+		+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+		+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение.» Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
Повышенный уровень электромагнитных излучений	+		+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
Нервно – психические перегрузки	+		+	-Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021); -СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи".
Повышенный уровень статического электричества	+		+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
Поражение электрическим током	+		+	ГОСТ 12.1.038-825 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

### 5.3. Отклонение показателей микроклимата

В помещениях, где не предоставляется возможности поддерживать допустимые нормативные величины микроклимата, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегревания и охлаждения. Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

Каждый вид деятельности относится к определенной категории работ, что определяется на основе энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Выполняемое направление работы относится к категории Ia – работа с интенсивностью затрат до 120 ккал/ч. Допустимы и фактические значения, представлены в таблице.

Таблица 22 - Допустимые и фактические значения микроклимата в рабочей зоне

Период года	Категория работ	Температура, С <sup>0</sup>		Относительная влажность		Скорость движения воздуха	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	20-24	21-25	40-50	40-60	0,1	не более 0,1
Теплый	Ia	22-25	22-28	45-60	40-60	0,1	не более 0,1

Профилактику перегревания работников в нагревающем микроклимате можно проводить следующими способами: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного 48 теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников.

#### **5.4. Повышенный уровень шума**

Шум представляет собой совокупность звуков разной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени, которые возникают в производственных условиях и могут вызывать у работников неприятные ощущения и объективные изменения органов и систем.

Шум является общебиологическим раздражителем, он оказывает влияние не только на слуховой анализатор, а также действует на структуры головного мозга. В свою очередь шум может вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии.

Допустимый уровень шума рассматривается в ГОСТе 12.1.003-2014 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности». Уровень шума на рабочем месте математиков и программистов не должен превышать 50дБ, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБ. При превышении данного уровня необходимо предусмотреть защиту от шумов: системные блоки облицевать звукоизолирующими кожухами, кабинами.

Основным источником шума при написании магистерской диссертации выступает компьютер. Ноутбук Acer, при помощи была выполнена магистерская диссертация, в условиях максимальной нагрузки на процессор и видеокарту имеет уровень шума вентилятора около 44 дБ, что не превышает максимально допустимое значение уровня шума.

#### **5.5. Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Для оптимизации условий труда и повышения работоспособности сотрудников, большое значение имеет освещение рабочих мест. Выделяют несколько задач организации освещённости рабочих мест: обеспечение различаемости рассматриваемых предметов, уменьшение напряжения и утомляемости органов зрения. Производственное освещение должно быть



равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней.

Согласно СНиП 23-05-95\* нормируемая минимальная освещенность должна удовлетворять требованиям, указанным в таблице – 4. При совмещенном освещении учебных и учебно-производственных помещений школ, школ-интернатов, учебных заведений начального и среднего профессионального образования необходимо раздельное включение рядов светильников, расположенных параллельно светопроемам.

Таблица 23 - Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий при зрительной работе высокой точности

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО $e_H$ , %	
						При системе комбинированного освещения (всего), лк	При системе общего освещения, лк			Р, не более	К <sub>р</sub> , % не более
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний Большой	Светлый Средний	400	200	18	15	3,0	1,0

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Параметры помещения, где выполнялась работа: длина кабинета  $a=6$  м, ширина  $b=4$  м, высота  $H=3$  м, высота рабочего стола  $h_p=0,75$  м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников

является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1– 1,3.

В помещении, где была разработана выпускная квалификационная работа, используется комбинированное искусственное освещение и боковое естественное. Искусственное освещение создается двумя рядами люминесцентных ламп типа ЛБ-40-М, световой поток ФЛД = 3 000 Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая,  $l_{\text{св}}$  – длина светильника равна 1 227 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности  $i$ :

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h}, \quad (5.1)$$

где  $S$  – площадь помещения;  $h$  – расчетная высота подвеса светильника, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_p - h_c = 3 - 0,75 - 0,2 = 2,05,$$

где  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес).

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,05 = 2,25 \text{ м.}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$l = \frac{L}{3} = 0,75 \text{ м.}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(4 - \frac{2}{3} \cdot 2,25)}{2,25} + 1 \approx 2,$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 - \frac{2}{3} \cdot 2,25)}{1,23 + 0,5} \approx 3.$$

Общее число светильников:

$$N = n_{\text{ряд}} \cdot n_{\text{св}} = 6.$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 12$ .

Далее рассчитаем индекс освещенности рассматриваемого помещения:

$$i = \frac{S}{(a + b) * h} = \frac{24}{(6 + 4) * 2,05} = 1.17.$$

Расчет освещенности помещения проведен методом коэффициента использования светового потока:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_Z \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

где  $E_H$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95\*, лк;

$K_Z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $\frac{E_{cp}}{E_{min}}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Расчет освещенности помещения проведен методом коэффициента использования светового потока:

$$E_H = \frac{\Phi * N * \eta}{S * K_Z * Z}. \quad (5.3)$$

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , рассчитанный выше, типа светильника, высоты светильника над рабочей поверхностью и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Рассматриваемое помещение относится к типу со средним выделением пыли, в связи с этим  $K_3 = 1,5$ . Значение коэффициента отражения

потолка равно 70%, значение коэффициента отражения стен равно 50%. Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $R_c = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,17$  равен  $\eta = 0,43$ . Освещенность рабочей зоны равна:

$$E_n = \frac{3000 \cdot 12 \cdot 0,43}{24 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 390,90 \text{ Лк.}$$

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 400 Лк.

Таким образом освещенность рабочей зоны немного меньше требуемого значения показателя.

## **5.6. Повышенный уровень статического электричества**

ПЭВМ в современном мире занимают большую часть жизни людей. Компьютеризация принимает широкий размах, и многие люди проводят большую часть рабочего и свободного времени перед монитором. Влияние компьютера сказывается на здоровье человека.

Одними из первых признаков влияния электромагнитного поля: головная боль, слабость, раздражительность, угнетенность. К наиболее чувствительным системам к воздействию электромагнитных полей в организме человека относится нервная система. У людей, имеющих длительный контакт с электромагнитными полями наблюдается ухудшение памяти, снижается стрессоустойчивость. В таких случаях нахождение человека в зоне действия электромагнитного излучения без использования специальных защитных комплектов недопустимо. ГОСТ 12.1.045-84. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

Необходимо уменьшать время работы за компьютером и делать перерывы во время работы. Можно использовать защитное устройство – экран. Экран одевается поверх монитора, полностью обезопасить пользователя он не может, но снизит степень влияния электромагнитного

излучения. Так же стоит использовать менее вредные ЖК-дисплеи, после них меньше устают глаза, а электромагнитный уровень в пределах допустимого. Уровень ЭМП на рабочих местах контролируется измерением частот 60 кГц – 300 МГц напряженности электрической и магнитной составляющих, в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц плотности потока энергии ЭМП с учетом времени пребывания персонала в зоне облучения.

При написании магистерской диссертации соблюдались все вышеперечисленные способы защиты от вредного воздействия электромагнитного излучения. Таким образом, можно сделать вывод, что рабочее место соответствует ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

### **5.7. Нервно-психические перегрузки**

Нервно-психические нагрузки, которые еще называют напряженностью труда, являются факторами трудового процесса и входят составную часть вместе с физическими перегрузками (тяжесть труда) в понятие психофизиологических вредных производственных факторов.

Они характеризуются как фактор трудового или нетрудового процесса, который отражает нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу человека.

В первую очередь от нервно-психических перегрузок страдает центральная нервная система и сердечно-сосудистая система. У человека наблюдается повышенный уровень пульса, давления.

Нервно-эмоциональное напряжение может быть вызвано ответственностью за выполняемую работу, высокими требованиями к работе, сложностью или необычностью работы, особенно в условиях дефицита времени.

К нервно – психическим перегрузкам согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» относятся:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;
- перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой;
- эмоциональные перегрузки.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо:

- проводить комплекс физических упражнений в течении рабочего дня;
- проводить сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости;
- избегать работы на компьютере в темном пространстве.

Рекомендуемый режим труда и отдыха, устанавливается с учетом психофизиологической напряженности, динамики функционального состояния систем организма, предусматривает строгое соблюдение регламентируемых перерывов. При этом перерывы должны быть оптимальными.

## **5.8. Поражение электрическим током**

Знание, о предельно допустимых значениях тока и напряжения для человека, позволяет правильно оценить опасность поражения и определить требования к защитным мерам от поражения электрическим током.

В ГОСТе 12.1.038-82 установлены предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека. Человеческий организм, на который произвелось воздействие электрического тока, не может рассматриваться только как физическое тело, так как ответная реакция человека на действие электрического тока очень сложная и разнообразная. Электрический ток, поступив через место «входа» в человеческий организм, оказывает раздражающее действие по всему пути его

прохождения, а не только в местах его «входа» и «выхода». В этом заключается особенность действия тока по сравнению с другими раздражителями (механическими, тепловыми и др.), вызывающими только местное раздражение (на «входе»).

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в таблице 24.

Таблица 24 - Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значения	
	U <sub>пр</sub> , В	I <sub>н</sub> , мА
Переменный, 50Гц	2	0,3
Переменный, 400Гц	3	0,4
Постоянный	8	1

### **5.9. Экологическая безопасность**

При написании магистерской диссертации выявили следующие источники загрязнения: бумага, картриджи, люминесцентные лампы.

Макулатура представляет собой отходы потребления, переработки и производства всех видов бумаги. Данный вид отходов не содержит в себе токсичных веществ, однако стоит иметь в виду, что макулатура также может нанести вред окружающей среде. При гниении любая органика выделяет метан – мощный парниковый газ.

Переработка макулатуры – это не только охрана окружающей среды, но и отличный способ экономии ценного природного сырья. Использование макулатуры в качестве производственного сырья позволяет значительно уменьшить вырубку лесов. Макулатуру можно перерабатывать 5-7 раз, прежде чем её волокна станут непригодными для изготовления бумаги.

Картридж – это сменная емкость с тонером, используемая в принтерах. Когда чернила заканчиваются, то устанавливают новый расходник, и дальше пользуются всеми удобствами принтера. Для разложения естественным путем картриджу потребуется ни один десяток лет, а это значит, что еще ни один из них до сих пор не разложился.

Картриджи были отданы компании, которая переправляет этот специфический лом в Европу на специальные заводы, которые из данного вторсырья изготавливают различные полезные предметы. Так, металлические компоненты, детали и пластмассовые элементы переработанных картриджей используются в производстве пуговиц, корзин для мусора, блоков микросхем, футляров для очков и т. д.

Утилизация люминесцентных ламп – процесс важный для защиты окружающей среды. Недопустимо выбрасывать энергосберегающие лампы в мусорное ведро. Если поступить так с содержащей ртуть лампой, это приведет к экологически опасному загрязнению окружающей среды, поскольку все люминесцентные лампы содержат от 1 до 70 мг ртути.

Люминесцентные лампы были сданы в приемный пункт завода светотехники. Откуда часть отходов отправляется на вторичную переработку, а часть подлежит обязательному захоронению.

Переработку, обезвреживание и захоронение вышеперечисленных промышленных отходов производят на специальных перегонах, создаваемых в соответствии с требованиями СП 127.13330.2017 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию» и ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ.

### **5.10. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одной из наиболее вероятных видов чрезвычайных ситуаций является пожар на рабочем месте. Пожар может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера.



К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнём (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

К причинам электрического характера относятся: короткое замыкание, перегрузка проводов, искрение, статическое электричество.

Согласно общим требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 для устранения причин возникновения пожаров в помещении должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- в) назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- г) издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

В общественных зданиях на каждом этаже должно быть размещено не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

В ГОСТе 12.1.010-76 указано, что взрывобезопасность производственных процессов должна быть обеспечена взрывопредупреждением и взрывозащитой, организационно-техническими мероприятиями.

Организационные и организационно-технические мероприятия по обеспечению взрывобезопасности должны включать:

- разработку систем инструктивных материалов средств наглядной агитации;
- организацию обучения, проведение инструктажа для допуска к работе;
- осуществление контроля и надзора за соблюдением норм технологического режима, правил и норм техники безопасности.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности, перед началом работы были проведены инструктажи по безопасности, на каждом этаже находятся огнетушители.

### **Выводы по разделу**

В ходе выполнения данного раздела были проанализированы условия труда на рабочем месте, где выполнялось написание магистерской диссертации. Можно сделать вывод, что помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

В части «Экологическая безопасность» были рассмотрены возможные негативные последствия, влияющие на окружающую среду, в ходе рабочего процесса. В качестве наиболее вероятной ЧС в заключительной части раздела была рассмотрена пожарная опасность. Для этой ЧС были разработаны организационные мероприятия по её предотвращению.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Были проанализированы котировки акций российских компаний ПАО «Аэрофлот», ПАО «Роснефть», ПАО «Московская биржа», ПАО «М.Видео» за полгода (270 значений), начиная с 01.05.2020 по 28.05.2021. Доходность акций Аэрофлота и Роснефти изменяются в одном направлении. Доходности акций остальных компаний, Роснефть и М.Видео, Московская биржа и Аэрофлот, М.Видео и Роснефть не связаны и носят случайный характер.

2. Составлены ковариационные матрицы, значения коэффициентов ковариации всех компаний получились меньше чем  $0,9 \cdot 10^{-5}$ , значения корреляций в корреляционных матрицах зависимостей изменений доходности акций одних компаний от других находится в интервале от 0,297-0,083. На основании полученных коэффициентов можно сказать, что нельзя принимать адекватные решения о прогнозировании будущей доходности на основании доходностей только выбранных компаний.

3. На всех исторических данных был построен и применен для расчета будущих доходностей акций четырех компаний, при помощи модели *Berk-Garch*. Рассчитан коэффициент  $\beta$ , который получился в интервале от 0,13 до 0,48, что показывает риск вложений в акции компаний.

4. Произведено практическое применение модели *SARIM*, для построения *SML* линии. Даны рекомендации о приобретении акций компании ПАО «Роснефть», так как расположение акций данной компании на графике *SML*, ближе всего расположена к линии рынка. Ожидаемая доходность акции составляет 0,3727%, при уровне риска 0,14.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эконометрика. Начальный курс. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А., учебн., 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2004. – 576 с.
2. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник, Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
3. Engle R. GARCH 101: The use of ARCH/GARCH models in applied econometrics / R. Engle // The Journal of Economic Perspectives. – 2001. – Vol. 15, N. 4. – P. 157-168.
4. Engle R. F. Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation 70 multivariate GARCH / R.F. Engle, K. Sheppard // National Bureau of Economic Research – 2001. – Working Paper 8554.
5. Иохин В. Я. Экономическая теория: учебник. – М.: 2003 г. – с. 343.
6. Крушвиц Л., Финансирование и инвестиции. Базовый курс. - Питер: 2000 г. – с. 631.
7. Едророва В.Н., Новожилова Т.Н. Рынок ценных бумаг: Учебное пособие для вузов. – М.: Магистр, 2007. – 684 с.
8. Буренин А.Н. Управление портфелем ценных бумаг. – М. : Научно-техническое общество имени академика С.И. Вавилова, 2008. – 81 с.
9. Килячков А.А., Чалдаева Л.А. Рынок ценных бумаг: Учебник для вузов. – М.: Экономистъ, 2010. – 687 с.
10. Бирюкова Е.А.. Альтернативные теории риска портфельного инвестирования// Вестник Челябинского государственного университета. Экономика. – 2010. - №27. – 87 с.
11. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. – М.: Филинь, 2005. – 144 с.
12. Официальный финансовый портал [Электронный курс]: [https://www.finam.ru/profile/moexakcii/yakutskenergo/export/?market=1&em=81766&code=YKEN&apply=0&df=25&mf=0&yf=2019&from=25.01.2019&dt=25&mt=5&yt=2019&to=25.06.2019&p=8&f=YKEN\\_190125\\_190625&e=.txt&cn=YKEN&dtf=1&tmf=1&MSOR=1&mstime=on&mstimever=1&sep=1&sep2=1&datf=1&at=1](https://www.finam.ru/profile/moexakcii/yakutskenergo/export/?market=1&em=81766&code=YKEN&apply=0&df=25&mf=0&yf=2019&from=25.01.2019&dt=25&mt=5&yt=2019&to=25.06.2019&p=8&f=YKEN_190125_190625&e=.txt&cn=YKEN&dtf=1&tmf=1&MSOR=1&mstime=on&mstimever=1&sep=1&sep2=1&datf=1&at=1)
13. Официальный сайт ЦБ России: [http://cbr.ru/hd\\_base/KeyRate/](http://cbr.ru/hd_base/KeyRate/)

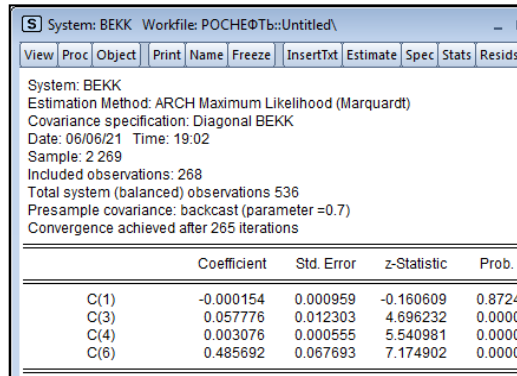
14. Ковалев, В.В. Корпоративные финансы и учет: понятия, алгоритмы, показатели : учеб. пособие / Вит. В. Ковалев, В.В. Ковалев .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Проспект, 2015 .— 991 с.

15. Инструменты рынка ценных бумаг : учеб. пособие / А.В. Луценко, М.А. Медведева, А.А. Гонов .— 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА, 2017 .— 156 с.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

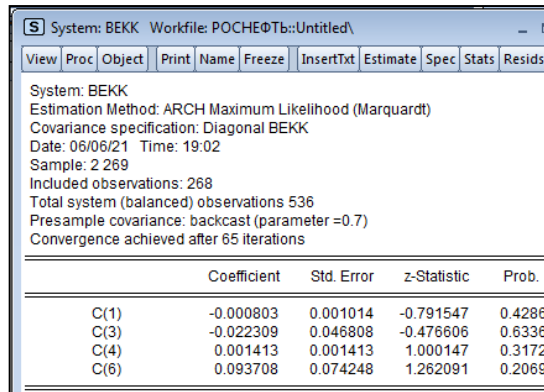
1. Запивахина Е.Г. Многомерные модели авторегрессионной условной гетероскедастичности Garch, примененные к расчетам модели CAPM / Е.Г. Запивахина ; науч. рук. О.А. Бельснер // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 27-30 апреля 2021 г. : в 7 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2021. — Т. 3 : Математика. — [в печати].

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1



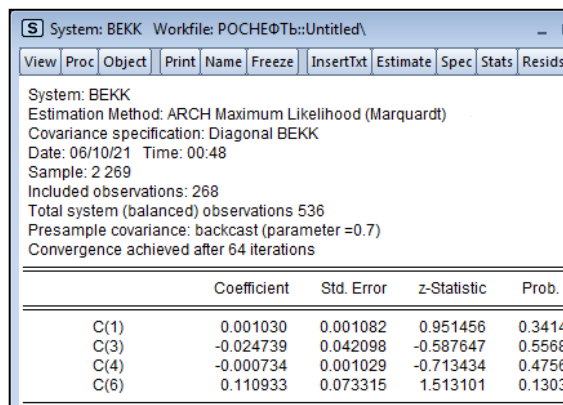
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-0.000154	0.000959	-0.160609	0.8724
C(3)	0.057776	0.012303	4.696232	0.0000
C(4)	0.003076	0.000555	5.540981	0.0000
C(6)	0.485692	0.067693	7.174902	0.0000

Рисунок 1.1 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей  
Аэрофлота от вектора доходностей Московской биржи



	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-0.000803	0.001014	-0.791547	0.4286
C(3)	-0.022309	0.046808	-0.476606	0.6336
C(4)	0.001413	0.001413	1.000147	0.3172
C(6)	0.093708	0.074248	1.262091	0.2069

Рисунок 1.2 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей  
Аэрофлота от вектора доходностей М.Видео



	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001030	0.001082	0.951456	0.3414
C(3)	-0.024739	0.042098	-0.587647	0.5568
C(4)	-0.000734	0.001029	-0.713434	0.4756
C(6)	0.110933	0.073315	1.513101	0.1303

Рисунок 1.3 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей  
Роснефти от вектора доходностей Аэрофлота

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001830	0.001056	1.731959	0.0833
C(3)	0.029637	0.036749	0.806489	0.4200
C(4)	0.002899	0.000553	5.244146	0.0000
C(6)	0.495326	0.073804	6.711364	0.0000

Рисунок 1.4 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей Роснефти от вектора доходностей Московской биржи

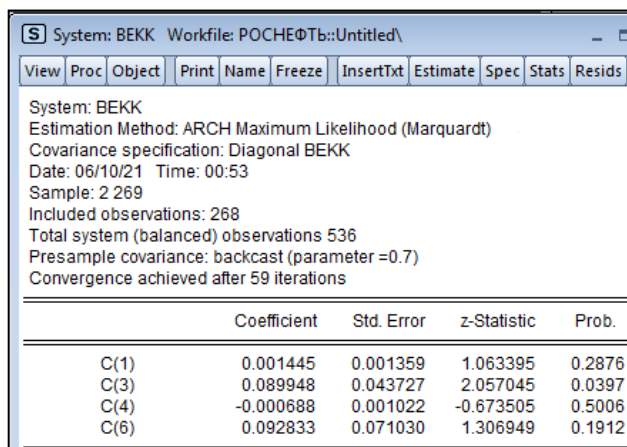
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.004731	0.000654	7.237846	0.0000
C(3)	-0.250482	0.043500	-5.758209	0.0000
C(4)	0.001962	0.001115	1.760184	0.0784
C(6)	0.084841	0.061307	1.383870	0.1664

Рисунок 1.5 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей Московской биржи от вектора доходностей Роснефти

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001283	0.002027	0.633003	0.5267
C(3)	-0.074157	0.104455	-0.709947	0.4777
C(4)	0.001871	0.001469	1.274152	0.2026
C(6)	0.126093	0.061940	2.035730	0.0418

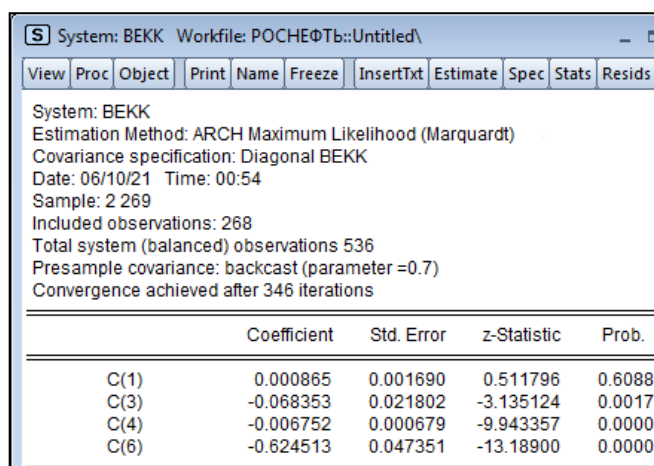
Рисунок 1.6 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей Московской биржи от вектора доходностей М.Видео





	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.001445	0.001359	1.063395	0.2876
C(3)	0.089948	0.043727	2.057045	0.0397
C(4)	-0.000688	0.001022	-0.673505	0.5006
C(6)	0.092833	0.071030	1.306949	0.1912

Рисунок 1.7 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей  
М.Видео от вектора доходностей Аэрофлот



	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.000865	0.001690	0.511796	0.6088
C(3)	-0.068353	0.021802	-3.135124	0.0017
C(4)	-0.006752	0.000679	-9.943357	0.0000
C(6)	-0.624513	0.047351	-13.18900	0.0000

Рисунок 1.8 – Оценки значений параметров случайного вектора доходностей  
М.Видео от вектора доходностей Московская биржа

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	1.90E-05	8.19E-06	2.314380	0.0206
M(1,2)	4.67E-05	2.43E-05	1.920222	0.0548
M(2,2)	0.000131	1.47E-05	8.974014	0.0000
A1(1,1)	0.399647	0.081438	4.907398	0.0000
A1(2,2)	1.805467	0.111522	16.18930	0.0000
B1(1,1)	0.892272	0.037293	23.92591	0.0000
B1(2,2)	-0.051270	0.215840	-0.237539	0.8122

Рисунок 1.9 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для  
условной ковариационной матрицы Аэрофлота и Московской биржи

Transformed Variance Coefficients				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	1.72E-05	6.80E-06	2.531090	0.0114
M(1,2)	-1.92E-05	2.25E-05	-0.855881	0.3921
M(2,2)	0.000227	3.59E-05	6.331687	0.0000
A1(1,1)	0.405547	0.060277	6.728034	0.0000
A1(2,2)	0.642477	0.077965	8.240573	0.0000
B1(1,1)	0.887963	0.029977	29.62164	0.0000
B1(2,2)	-0.407906	0.136612	-2.985866	0.0028

Рисунок 1.10 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы Аэрофлота и М.Видео

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	-4.59E-06	3.00E-06	-1.527527	0.1266
M(1,2)	9.50E-06	3.95E-06	2.405693	0.0161
M(2,2)	2.32E-05	7.58E-06	3.059947	0.0022
A1(1,1)	0.012310	0.064979	0.189441	0.8497
A1(2,2)	0.450163	0.071877	6.262986	0.0000
B1(1,1)	1.006756	0.004837	208.1398	0.0000
B1(2,2)	0.858124	0.035542	24.14413	0.0000

Рисунок 1.11 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы Роснефти и аэрофлота

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	1.00E-05	1.00E-05	1.000977	0.3168
M(1,2)	3.77E-05	2.74E-05	1.378477	0.1681
M(2,2)	0.000131	1.72E-05	7.597122	0.0000
A1(1,1)	0.136444	0.054778	2.490863	0.0127
A1(2,2)	1.798876	0.117022	15.37207	0.0000
B1(1,1)	0.969757	0.023680	40.95337	0.0000
B1(2,2)	0.041648	0.269384	0.154604	0.8771

Рисунок 1.12 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы Роснефти и Московской биржи

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000194	2.64E-05	7.339044	0.0000
M(1,2)	4.14E-05	2.87E-05	1.444014	0.1487
M(2,2)	1.04E-05	8.65E-06	1.207253	0.2273
A1(1,1)	1.575584	0.100579	15.66511	0.0000
A1(2,2)	0.131160	0.057427	2.283924	0.0224
B1(1,1)	0.149005	0.081673	1.824422	0.0681
B1(2,2)	0.969271	0.021052	46.04104	0.0000

Рисунок 1.13 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы Московской биржи и Роснефти

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000348	5.39E-05	6.452053	0.0000
M(1,2)	1.65E-05	3.73E-05	0.442108	0.6584
M(2,2)	0.000180	0.000122	1.479248	0.1391
A1(1,1)	1.042187	0.052101	20.00314	0.0000
A1(2,2)	0.308261	0.110488	2.789993	0.0053
B1(1,1)	0.241917	0.199230	1.214261	0.2246
B1(2,2)	0.715709	0.215818	3.316266	0.0009

Рисунок 1.14 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы Московской биржи и М.Видео

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000227	3.70E-05	6.151150	0.0000
M(1,2)	-2.18E-05	2.27E-05	-0.962713	0.3357
M(2,2)	1.56E-05	6.24E-06	2.504588	0.0123
A1(1,1)	0.661791	0.071694	9.230732	0.0000
A1(2,2)	0.395183	0.058269	6.782024	0.0000
B1(1,1)	-0.394357	0.146638	-2.689318	0.0072
B1(2,2)	0.894635	0.027846	32.12770	0.0000

Рисунок 1.15 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы М.Видео и Аэрофлот

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	0.000162	0.000149	1.090723	0.2754
M(1,2)	4.47E-05	2.54E-05	1.757484	0.0788
M(2,2)	8.17E-05	3.09E-05	2.643656	0.0082
A1(1,1)	0.238002	0.089223	2.667487	0.0076
A1(2,2)	1.904159	0.141254	13.48040	0.0000
B1(1,1)	0.774866	0.221619	3.496388	0.0005
B1(2,2)	0.224479	0.121217	1.851872	0.0640

Рисунок 1.16 – Оценки значений параметров модели BEKK GARCH (1,1) для условной ковариационной матрицы М.Видео и Московская биржа

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(справочное)

### Modeling Stock Returns Based on the Bekk-GARCH Model

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0ВМ91	Запихаина Елизавета Геннадьевна		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий Олег Леонидович	Кандидат ф-м. наук		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сидоренко Татьяна Валерьевна	Кандидат педагогических наук		

## 1. Multidimensional GARCH Models

The main idea of expanding one-dimensional GARCH models to multidimensional ones is that the volatility of some assets influences on the volatility of others, and the interacting assets can belong to different sectors of the economy. Multivariate models generate more reliable and accurate volatility estimates than single-dimensional models alone. Thus, it is possible to make effective decisions in the field of risk management, predicting, and portfolio formation.

First of all, it is necessary to analyze the specification of MGARCH models. On the one hand, it should be flexible enough to reveal the dynamics of conditional variances and covariences. On the other hand, with the number of parameters of the MGARCH model, its dimension rapidly increases, while the estimation and interpretation of the model parameters should be as simple as possible. However, simplifying the model can reduce not only the number of parameters, but also its efficiency. That is why, while developing a model, it is important to find a balance between reducing the number of parameters and preserving the meaningful component of MGARCH.

As mentioned it was before, MGARCH models come in various modifications [4]. Let's consider them in detail.

We will represent models of the GARCH (1,1) type in the form:

$$y_t = e_t * h^{1/2} \quad (1.8)$$

Where  $E_{t-1}[\varepsilon_t] = 0$  and  $Var[\varepsilon_t] = I_n, n = 1$ .

When we are dealing with a multidimensional case, that is,  $n > 1$ , the expression takes the following form:

$$y_t = H_t^{1/2} * \varepsilon_t \quad (1.9)$$

where  $H_t$  is a positive definite matrix of conditional covariences of size  $n \times n$  and  $E_{t-1}[\varepsilon_t] = 0_{n \times 1}$  and  $Var[\varepsilon_t] = I_n$ .

These traditional MGARCH model specifications differ from each other  $H_t$ . They can be grouped into 3 types. The first category of models is a direct

generalization of one-dimensional GARCH models (VEC, BEKK and Factor models). The second category includes Orthogonal and Latent Factor models. And the last category combines CCC, DCC models. To simplify it, let's consider all models in the form (1.1).

VEC (1,1) model, in 1988 Bollerslev, Engle and Wooldridge introduced a new multidimensional GARCH model, it was called the VEC model.

$$h_t = c + A\eta_{t-1} + Gh_{t-1} \quad (1.10)$$

where  $h_t = \text{vech}(H_t)$ ,  $\eta_t = \text{vech}(y_t y_t')$  и  $\text{vech}(\cdot)$  are the matrix operators summing the elements of the lower triangular matrix,  $t$  is the observation number,  $c$  is a vector of dimension  $n$ ,  $n$  is the number of variables,  $A, G$  are the parameter matrices of dimension

$$(n(n+1)/2 \times n(n+1)/2) \quad (1.11)$$

In this case the condition of the positive definiteness of the matrix is not limited. In addition, the number of model parameters is large and equal  $(p+q) * (\frac{n(n+1)}{2})^2 + \frac{n(n+1)}{2}$ . Even with the specification (1,1) and the number of variables  $n = 2$ , the number of model parameters will be equal to 21. Therefore, the operator requires a lot of calculations.

BEKK (1,1, k) model is one of the limited versions of the VEC-GARCH model. Baba, Angle and Kroner presented the BEKK model in 1995, it assumes a positive definiteness of the residual covariance matrix  $H_t$ .

BEKK model looks like this:

$$H_t = C^* C^* + \sum_{k=1}^k A_k^* y_{t-1} y'_{t-1} A_k^* + \sum_{k=1}^k G_k^* H_{t-1} G_k^* \quad (1.12)$$

where  $C^*, A_k^*, G_k^*$  are the parameter matrices of dimension  $n \times n$ , and  $C^*$  is the upper triangular matrix.

The BEKK model, like the VEC model, has a diagonal shape (when  $A_k^*$  и  $G_k^*$  presented in the form of diagonal matrices).

The number of parameters for the complete BEKK model is  $(p * q)kn^2 + \frac{n(n+1)}{2}$ . In the diagonal form of the model, it decreases to  $(p * q)kn + \frac{n(n+1)}{2}$ , which is still large enough.

In this work the multidimensional Bekk-Garch model will be considered.

## 2. Theoretical basis of the capital asset pricing model (capm)

## **2.1. Characteristics of the capital asset valuation model**

One of the problems in assessing the value of assets is to determine the relationship between risk and return. The market pattern is that "the higher the risk, the higher the return." Each investor makes his own forecasts regarding these parameters. In a well-developed market, one can use a model that would satisfactorily describe the relationship between risk and asset return.

Investors, to assess their own funds, use one of the following models:

- Gordon's model;
- capital asset valuation model CAPM;
- method based on the calculation of the EPS indicator (earnings per ordinary share);
- calculation method using the investment attractiveness ratio  $P / E$ .

These models are uncertain and their application requires adaptation in Russian practice. Let's take a closer look at the capital asset valuation model.

Capital Asset Pricing Model (CAPM) - a model for assessing the profitability of financial assets serves as a theoretical basis for a number of different financial technologies for managing profitability and risk used in long-term and medium-term investment in stocks [5]. This model was developed in the mid 60s by W. Sharp and J. Lintern and was called the capital asset pricing model (CAPM) [6]. The works of both scientists were devoted to essentially the same question: "Suppose that all investors, possessing the same information, equally assess the profitability and risk of individual stocks. Let's also assume that they all form their optimal stock portfolios based on their individual risk appetite. How will the prices on the stock market develop in this case? " Thus, CAPM can be viewed as a macroeconomic generalization of Markowitz's theory. The capital asset pricing model describes the relationship between expected return and equity risk in the markets.

In the model, the risk associated with investments in any risky financial instrument is divided into two types: systematic and non-systematic [7]. Systematic risk arises from general market and economic changes that affect all

investment instruments and is not unique to a particular asset. Non-systematic risk is associated with a specific issuing company.

Since systematic risk depends on the market, it cannot be reduced, but the impact of the market on the return on financial assets can be measured. As a measure of systematic risk, CAPM uses the  $\beta$  (beta) indicator, which characterizes the sensitivity of a financial asset to changes in market returns. Knowing the  $\beta$  index of the asset, the amount of risk associated with price changes in the market as a whole can be quantified. The greater the  $\beta$  value of the stock indicator, the more strongly price rises with the general growth of the market, and vice versa - the shares of the company with large positive  $\beta$  fall more strongly when the market falls [8].

Unsystematic risk can be reduced by compiling a diversified portfolio from a sufficiently large number of assets or even from a small number of anti-correlated assets.

Financial managers require an accurate calculation in order to select assets that match their strategy. It is important to note that an increase in the number of shares is not able to eliminate systematic risk, but an increasing purchase of securities can eliminate non-systematic risk. Consequently, it turns out that the investor cannot completely avoid the risk associated with fluctuations in the market as a whole.

A long-term asset pricing model (CAPM) was developed on the basis of W. Sharpe's conclusions, it is based on the assumption that the expected risk premium in a competitive market is directly proportional to the beta coefficient. The beta coefficient (also called the Sharpe ratio) is a measure of the investment risk of a financial asset, which is calculated as the ratio of the covariance of the return on the asset and the market portfolio to the variance of the market portfolio [9]. The beta coefficient shows the sensitivity of the change in the return on an asset to the average market return.

W. Sharpe's model is often called a market model, it is assumed to be linear. The Sharpe model equation is as follows:



$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) + e_i \quad (2.1)$$

$$\beta = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (2.2)$$

Where:

$r_i$  is the expected return on the asset (shares);

$r_f$  is the return on the risk-free asset;

$r_m$  is the average market yield;

$e$  is an independent random (variable) error.

$\beta$  is the beta coefficient (a measure of market risk), which reflects the sensitivity of changes in the value of assets depending on the profitability of the market. This coefficient is sometimes called the Sharp ratio.

Independent occasional error shows the specific risk of an asset that cannot be explained by market forces. Its average value is zero. It has constant variance covariance with zero market returns.

The above equation is a regression equation. If it is applied to a broadly diversified portfolio, then the values of random variables ( $e_i$ ), due to the fact that they change in both positive and negative directions, cancel each other out, and the value of the random variable for the whole portfolio tends to zero. That is why, for a widely diversified portfolio, the specific risk can be neglected, so the condition of homoscedasticity of the time series will be done. Homoscedasticity is a homogeneous variability of observation values, expressed in relative stability, homogeneity of the variance of the random error of the regression model. Then the Sharpe model takes the following form:

$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) \quad (2.3)$$

As a result, four basic principles of portfolio selection were proposed [6]:

1. Investors prefer high expected return on investment and low standard deviation. Equity portfolios that provide the highest expected returns at a given standard deviation are called efficient portfolios.

2. If an investor wants to know the marginal impact of a stock on the risk of a portfolio, then he must consider not the risk of the stock itself, but its contribution

to the risk of the portfolio. This contribution depends on the sensitivity of the stock to changes in the value of the portfolio.

3. The sensitivity of a stock to changes in the value of the market portfolio is indicated by the  $\beta$  indicator. Therefore,  $\beta$  measures the marginal contribution of the stock to the risk of the market portfolio.

4. If an investor can borrow or lend at a risk-free rate of interest, then he should always have a combination of risk-free investments and a portfolio of common stock.

W. Sharp's model made a significant contribution to the development of portfolio theory, if we compare the areas of application of the G. Markowitz model and the CAPM model, the first is used at the initial stage of forming a portfolio of assets when distributing investment capital into various types (stocks, bonds, real estate, etc.). And W. Sharpe's model is used at the next stage, when the capital is distributed between individual specific assets that make up the selected segment (that is, for specific stocks, bonds, etc.).

## **2.2. Risk and reward in the CAPM model**

In CAPM, the relationship between expected return and risk can be graphically described using the Capital Market Line (CML), which is shown in Fig. 1 (9)

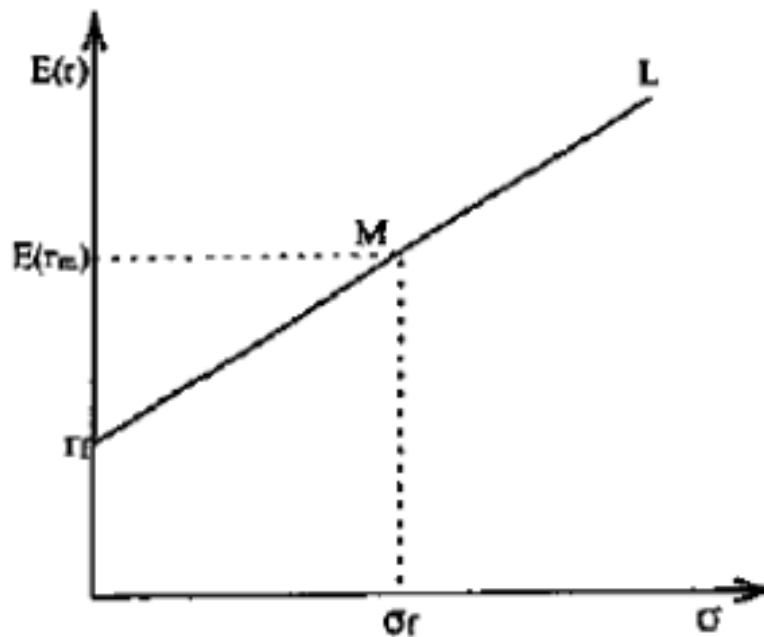


Figure 1 - Capital market line

Where:

M is the market portfolio;

$r_f$  is an asset without risk;

$r_f L$  - capital market line;

$\sigma_m$  is the market portfolio risk;

$E(r_m)$  is the expected return on the market portfolio.

All possible optimal (effective) portfolios, that is, portfolios that include the market portfolio M, are located on the  $r_f L$  line. Obviously, investors will choose portfolios located on this line in accordance with the individual utility function (at the point where the utility function and CML touch). Portfolios for different investors (with different risks) will differ only in the part of the risk-free asset.

The slope of CML should be considered as a reward (in units of expected return) for each additional unit of risk that the investor takes on [11]. When purchasing an asset without risk, the investor provides himself or herself with a rate of return at the level of the risk-free rate  $r_f$ . If he or she wants to get a higher expected return, then he or she will have to take some risk. A risk-free bet is a reward for time, i.e. money has value over time/

Investors will buy the same risky portfolio, in different shares, corresponding to point M on the effective frontier. Therefore, portfolio M should include all risky ones. If the asset is not included in the risky portfolio, it means that there is no demand for it and its value will be zero.

A portfolio of risky assets that is common to all investors is called a market portfolio. Only systematic risk remains in the market portfolio, the source of which is instability in macroeconomics, that is why investors show great interest in economical situation. Systematic risk is influenced by changes in the following indicators: GDP, inflation, the level of interest rates, the average level of corporate profit in the economy. The market line characterizes the relationship between risk and expected return for efficient portfolios.

The finances of any enterprise are an open system; therefore, when planning their investments, investors must take into account the conjuncture of the financial market. Company managers may not know anything about the individual characteristics and personal preferences of potential investors, but what they have to do is to anticipate the main need of any investor - to receive income that compensates for the investment risk. The use of a financial asset pricing model can help them in this.

### **2.3. Application of the CAPM model in modern market conditions**

Theories for the valuation of long-term assets are quite clear, but there is still a difficulty in their application in the modern market. There are the following disagreements about the use of the CAPM model: the impossibility of empirical verification of the thesis about market efficiency, the lack of representativeness of stock indices for assessing portfolio dynamics, etc.

The CAPM model is inappropriate to apply to unstable markets such as Asian and Russian.

This work examines the Russian companies OAO Aeroflot, PAO Gazprom Neft, PAO Yakutskenergo, that is why, we investigate the shortcomings of the CAPM model using as an example the Russian market.

First, the issue of the value of the risk-free rate in Russia raises difficulties. In a stable economy, the risk-free rate is identified with the yield on government obligations (bonds, bills). In this work, when calculating, the RTS index (RTSI) was used. If we follow the change in the index, we can conclude that it is not a reliable guarantee of profitability.

Second, the question of what the market premium should be is controversial. The reason for this is the unreliability of the data due to the ineffectiveness of information due to high activity outside the stock market. In addition, due to the lack of attention to the analysis of indices indicators, there is a problem of a lack of information.

Third, it is difficult to determine the  $\beta$  - coefficient. It, like other indicators in the calculations, strongly depends on the period chosen for the analysis. And we cannot fully rely on outdated data, since their relevance is most likely lost in the context of the situation under consideration at the moment.

The use of the CAPM model in modern conditions, when calculating the parameters, will cause difficulties and raise significant doubts about their application in practice. The RTS Index calculation is based on the prices of real transactions for more than 100 shares and more than sixty issuers. Its disadvantage is that about 40% of the information in the index relates to preferred shares.

Thus, using the CAPM model, it is necessary to remember the truth: "Any mathematical model is as good as the data used in it; it gives the correct answer for any kind of entered data. Therefore, the question is not how correct is the result obtained using this model, but how correct were the entered data, which gave this result "[11].