

**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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы  |
|--|
| <b>Применение сетевого прикладного анализа к фондовому рынку</b> |

УДК 517.988:336.761

Студент

| Группа | ФИО                            | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| ОВМ81  | Хакимова Джамиля Пазлиддиновна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО                          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Семенов Михаил<br>Евгеньевич | к.ф.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО                             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Киселева Елена<br>Станиславовна | к.э.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность             | ФИО                               | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Романова Светлана<br>Владимировна |                           |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП | ФИО                        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор        | Трифонов Андрей<br>Юрьевич | д.ф.-м.н.,<br>профессор   |         |      |

## Планируемые результаты освоения по ООП

| Код результата | Результаты обучения  |
|----------------|--|
|                | Общепрофессиональные компетенции   |
| P1             | Самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.   |
| P2             | Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.   |
| P3             | Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. |
| P4             | Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.   |
|                | Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.   |
| P5             | Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских работ по использованию математических методов и моделирования для решения задач, способность организовывать и руководить работой команды.   |
| P6             | Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.   |
|                | Профессиональные компетенции   |
| P7             | Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии использования математических методов в экономике, науке и технике.   |
| P8             | Планировать и проводить теоретические исследования и компьютерные эксперименты при использовании математических методов в экономике, науке и технике.  |

**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                             |
|--------|---------------------------------|
| ОВМ81  | Хакимовой Джамиле Пазлиддиновне |

Тема работы:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Применение сетевого прикладного анализа к фондовому рынку |                       |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)               | 28.02.2020, № 59-75/с |

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 31.05.2020 |
|--|------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.);</i></p>   | <p>Построение математической модели сложной сети для исследования динамики структурных характеристик фондовых рынков стран БРИКС. Длина временных рядов не менее 252 наблюдений, не менее одного индекса для каждой страны БРИКС.</p>  |
| <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, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести аналитический обзор предметной области по литературным источникам, выбрать основные характеристики и меры близости;</li> <li>2. Программно реализовать алгоритмы для построения математических сетевых моделей рынка и вычисления их основных характеристик;</li> <li>3. Построение модели графа доходностей для выбранных фондовых рынков;</li> <li>4. Анализ основных характеристик с использованием предложенной математической модели и экономическая интерпретация полученных результатов;</li> <li>5. Сравнение результатов, полученных для новой меры близости с результатами для стандартных корреляций.</li> </ol> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графики анализируемых временных рядов</li> <li>2. Распределение доходностей временных рядов</li> <li>3. Визуализация основных характеристик предложенной математической модели сложной сети</li> </ol>   |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(если необходимо, с указанием разделов)</i></p>   |  |
| <p><b>Раздел</b></p>   | <p><b>Консультант</b></p>  |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>   | <p>Киселева Елена Станиславовна<br/>kiselevaes@tpu.ru</p>  |
| <p>Социальная ответственность</p>  | <p>Романова Светлана Владимировна<br/>romanova@tpu.ru</p>  |

|  |                   |
|--|-------------------|
| <p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p> | <p>15.03.2020</p> |
|--|-------------------|

**Задание выдал руководитель:**

|                  |                     |                               |                |             |
|------------------|---------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Должность</p> | <p>ФИО</p>          | <p>Ученая степень, звание</p> | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>Доцент</p>    | <p>Семенов М.Е.</p> | <p>к.ф.-м.н., доцент</p>      |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                                       |                |             |
|---------------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Группа</p> | <p>ФИО</p>                            | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>0ВМ81</p>  | <p>Хакимова Джамиля Пазлиддиновна</p> |                |             |

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

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| ОВМ81         | Хакимовой Джамиле Пазлиддиновне |

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

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

|   |   |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ. |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>   | Коэффициенты для расчета заработной платы: 30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.   |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %.  |

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

|  |   |
|--|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>   | 1. <i>Потенциальные потребители результатов исследования;</i><br>2. <i>Технология QuaD;</i><br>3. <i>SWOT – анализ.</i>           |
| 2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>  | 1. <i>Цели и результат проекта;</i><br>2. <i>Организационная структура проекта;</i><br>3. <i>Ограничения и допущения проекта.</i> |
| 3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i> | 1. <i>Разработка календарного плана проекта;</i><br>2. <i>Бюджет научно – технического исследования (НТИ);</i>                    |
| 4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>   | 1. <i>Оценка сравнительной эффективности исследования</i>   |

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

|  |
|--|
| 1. <i>Таблица QuaD</i>                   |
| 2. <i>SWOT-анализ</i>                    |
| 3. <i>Рабочая группа проекта</i>         |
| 4. <i>Ограничения и допущения</i>        |
| 5. <i>Диаграмма Гантта</i>               |
| 6. <i>График проведения и бюджет НТИ</i> |

**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 Е.С. | к.э.н.                        |                | 15.03.2020  |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                                |                |             |
|---------------|--------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                     | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| ОВМ81         | Хакимова Джамиля Пазлиддиновна |                | 15.03.2020  |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 0BM81         | Хакимовой Джамиле Пазлиддиновне |

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

Тема ВКР:

|   |   |
|---|---|
| <b>Применение сетевого прикладного анализа к фондовому рынку стран БРИКС</b>  |   |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>  |   |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения  | Объектом исследования является программная разработка меры близости между акциями стран БРИКС для построения модели графа фондового рынка. Работа выполнялась на базе НИ ТПУ, ОЭФ, 10 корпус, аудитория 427А.   |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:  |   |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <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>– «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»</li> <li>– «ТК РФ» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)</li> </ul> |
| <b>2. Производственная безопасность:</b><br>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов<br>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отклонение показателей микроклимата</li> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>– Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> </ul>                                   |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Утилизация компьютерной техники</li> <li>– Утилизация бумаги, использованной в процессе разработки</li> </ul>  |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Пожар, сильные морозы, диверсия</li> <li>– Наиболее типичная ЧС – пожар</li> </ul>   |
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику  |   |
| 09.03.2020  |   |

Задание выдал консультант:

|                   |               |                        |         |      |
|-------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Должность         | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ст. преподаватель | Романова С.В. |                        |         |      |

Задание принял к исполнению студент:

|        |                                |         |      |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО                            | Подпись | Дата |
| 0BM81  | Хакимова Джамиля Пазлиддиновна |         |      |

## Реферат

Пояснительная записка к магистерской диссертации выполнена на 124 страницах машинописного текста, содержит 44 таблицы, 30 рисунков, 32 использованных источника, 5 приложений.

Магистерская диссертация состоит из введения, основной части, состоящей из трёх глав, главы – финансового менеджмента и ресурсоэффективности, а также главы – социальная ответственность, заключения, списка использованных источников.

Ключевые слова: сетевой анализ, фондовый рынок, сетевая модель рынка, мера близости, коэффициент корреляции Пирсона, доходность акции, коэффициент кластеризации.

Объект исследования: структура фондовых рынков стран БРИКС.

Цель исследования: построение и анализ сетевой модели рынка с использованием модернизированной меры близости между акциями.

В результате работы был проведен анализ сетевых моделей фондовых рынков стран БРИКС с использованием модернизированной меры близости между акциями. Полученные результаты являются новыми и представляют научный интерес.

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 10 |
| Глава 1. Обзор литературы .....   | 12 |
| 1.1. Сетевой подход к анализу фондовых рынков.....  | 12 |
| 1.2. Основные характеристики и описание модели рыночного графа .....                          | 13 |
| 1.3. Описание корреляций Пирсона и модернизированной меры близости .....                      | 16 |
| Глава 2. Объект и методы исследования.....  | 21 |
| 2.1. Блок БРИКС .....   | 21 |
| 2.1.1. Фондовые рынки стран БРИКС .....   | 22 |
| 2.2. Описание исходных данных моделей .....   | 26 |
| 2.3. Критерии и методы сравнения моделей.....   | 29 |
| Выводы по главе .....   | 30 |
| Глава 3. Результаты расчетов и их анализ .....  | 32 |
| 3.1. Сетевые модели для рынка акций стран БРИКС .....   | 32 |
| 3.2. Результаты анализа рыночного графа с использованием корреляций Пирсона ....              | 41 |
| 3.2.1. Распределение коэффициентов корреляции .....   | 41 |
| 3.2.2. Плотность рёбер .....  | 45 |
| 3.2.3. Коэффициент кластеризации .....  | 46 |
| 3.3. Результаты анализа рыночного графа с использованием модернизированной меры близости..... | 47 |
| 3.3.2. Плотность рёбер.....   | 50 |
| 3.3.3. Коэффициент кластеризации .....  | 52 |
| Выводы по главе .....   | 54 |
| Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....                | 56 |
| 4.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ .....                               | 56 |
| 4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....                                | 56 |
| 4.1.2. Технология QuaD.....   | 57 |
| 4.1.3. SWOT – анализ .....  | 58 |
| 4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....                                      | 61 |
| 4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....             | 62 |
| 4.2. Разработка устава научно-технического проекта.....                                       | 62 |
| 4.2.1. Цели и результат проекта .....   | 62 |
| 4.2.2. Организационная структура проекта .....  | 63 |
| 4.2.3. Ограничения и допущения проекта .....  | 64 |



|   |     |
|---|-----|
| 4.3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок ..... | 65  |
| 4.3.1. Разработка календарного плана проекта .....  | 65  |
| 4.3.2. Бюджет научно – технического исследования (НТИ).....   | 67  |
| 4.4. Оценка сравнительной эффективности исследования.....   | 73  |
| Выводы по главе .....   | 76  |
| Глава 5. Социальная ответственность.....  | 78  |
| 5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....   | 78  |
| 5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ.....                               | 78  |
| 5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....  | 79  |
| 5.2. Производственная безопасность .....  | 82  |
| 5.2.1. Анализ выявленных вредных факторов.....  | 83  |
| 5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.....   | 90  |
| 5.3. Экологическая безопасность .....   | 91  |
| 5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....  | 92  |
| Выводы по главе .....   | 94  |
| Заключение.....   | 95  |
| Список публикаций студента .....  | 97  |
| Список использованных источников .....  | 98  |
| Приложение А.....   | 101 |
| Приложение Б .....  | 111 |
| Приложение В.....   | 112 |
| Приложение Г .....  | 116 |
| Приложение Д.....   | 121 |

## Введение

### Актуальность исследования

На сегодняшний день существует множество методов для сбора и анализа данных, применяемых на фондовых рынках. Обычно эти данные представляются в виде графиков, каждый из которых отражает динамику соответствующей ценной бумаги. Такой способ отображения данных является не информативным, так как он не позволяет получить целостное представление о происходящих на рынке процессах. Таким образом, инвестору необходимы модели, позволяющие представлять информацию с рынка в удобном для анализа виде и быстро извлекать полезную информацию. В решении этих проблем помогут математические методы. Одним из наиболее активно развивающихся направлений в математическом моделировании является сетевой анализ.

Под сетевым (графическим) анализом мы понимаем представление сетевой модели рынка, называемой «рыночным графом», в следующем виде: каждая вершина представляет собой акцию, а рёбра проводятся в том случае, если коэффициент корреляции между двумя вершинами за определенный период времени больше или равен заданному порогу. Чтобы понять динамику таких характеристик, как: гистограмма распределения корреляций, среднее значение и стандартное отклонение, плотность ребер и коэффициент кластеризации рыночные графы строятся для различных временных периодов. Наиболее распространенной мерой близости является коэффициент корреляции Пирсона, основанный на статистических оценках корреляций между парами акций. Вместе с тем, процедуры, построенные на основе этой меры, оказываются неустойчивыми при отклонениях совместного распределения доходностей рыночных активов от нормального. Таким образом, проблема поиска метода для построения рынка в виде графа остаётся актуальной. В настоящей работе излагается метод построения рыночного

графа фондовых рынков стран БРИКС с использованием модернизированной меры близости.

#### Объект и предмет исследования

Объектом исследования данной магистерской диссертации является структура фондовых рынков стран БРИКС. Позитивные внутренние и внешние факторы группы стран БРИКС обуславливают возможность реализации завоевания лидирующих позиций на международном финансовом рынке в качестве инвестиционного банка emerging markets. Создание сетевых моделей фондовых рынков стран БРИКС является актуальной задачей и позволит провести исследование схожести данных финансовых рынков не только по глобальным индексам, но и по внутренней структуре. Предметом исследования является динамика структурных характеристик рассматриваемых рынков.

#### Цель и задачи

Цель работы заключается в построении и анализе сетевой модели рынка с использованием модернизированной меры близости между акциями. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор предметной области по литературным источникам, выбрать основные характеристики и меры близости;
2. Программно реализовать алгоритмы для построения математических сетевых моделей рынка и вычисления их основных характеристик;
3. Построить модели графа доходностей для выбранных фондовых рынков;
4. Проанализировать основные характеристики с использованием предложенной математической модели и экономическая интерпретация полученных результатов;
5. Сравнить результаты, полученные для новой меры близости с результатами для стандартных корреляций.

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1. Сетевой подход к анализу фондовых рынков

Одним из основных направлений современной финансовой науки является анализ фондовых рынков, направленный на выявление на них различных закономерностей в периоды роста и кризиса.

Применение графического представления фондового рынка позволяет предложить дополнительные характеристики, которые в сочетании со значением изменения индекса в компактном виде характеризуют рынок и могут помочь принять взвешенное решение об инвестировании.

Впервые сетевой подход для анализа рынка ценных бумаг применил Р. Мантегна [1]. Он предложил использовать матрицу корреляций для вычисления «расстояний» между парами акций, а затем выбирать такие из них, которые удовлетворяют критерию минимального остовного дерева. В получившемся дереве «расстояния» между акциями представлены ребрами, а узлы – ценными бумагами. Впоследствии многими авторами были исследованы похожие и изобретены новые сетевые модели фондового рынка.

Изучением применения сетевого подхода к фондовым рынкам в своих работах рассматривали такие научные исследователи, как А.Н. Визгунов, Ю.В. Трифонов [2]. Они строили сеть фондового рынка исходя из попарных коэффициентов корреляции Пирсона между доходностями рассматриваемых ценных бумаг. Полученная матрица рассматривалась как матрица смежности взвешенного графа. В целях получения компактных характеристик графа исходя из дополнительных данных модели авторы выбирали порог, который использовали для перехода к невзвешенному графу. В невзвешенном графе остаются только те ребра, вес которых больше выбранного порога. Далее в графе рассчитывались максимальные клики, размер и состав которых является значимой характеристикой. Рассматриваемая методика получила широкое распространение. В частности, с использованием этой методики были

проанализированы и получены содержательные результаты для фондовых рынков различных стран мира – Швеции [3], Китая [4], России [5], рассмотрено влияние процесса глобализации на фондовый рынок России [6]. Также был предложен ряд модификаций методики, в частности, использование других мер близости.

Гольцева А.Ю. использовала метод построения рыночного графа для анализа российского фондового рынка с точки зрения структурной динамики [7]. В работе применялись элементы теории графов к моделированию поведения рынка ценных бумаг. В качестве меры близости доходностей ценных бумаг автор использовала коэффициент корреляции между двумя ценными бумагами.

Общей чертой всех упомянутых выше моделей является использование коэффициентов корреляции Пирсона в качестве меры близости между акциями. Это наиболее стандартный подход, но, несмотря на свою популярность, он имеет целый ряд недостатков. Поэтому в отдельных случаях возникает необходимость использования иной меры. Позднее была предложена альтернативная мера близости, получившая название знаковой корреляции. Эта мера основана на вероятности совпадения знака доходностей акций [8]. Авторы показали, что знаковые корреляции имеют простую, ясную интерпретацию, и в ряде случаев позволяют положить более содержательные результаты.

## 1.2. Основные характеристики и описание модели рыночного графа

Охарактеризуем основные характеристики, которые будут использоваться для построения модели.

1) Плотность неориентированного графа  $G$  вычисляется по формуле:

$$\varphi(G) = \frac{2|E|}{|V|(|V| - 1)}, \quad (1)$$

где  $|E|$  – количество ребер в графе,  $|V|$  – количество вершин. Максимальная плотность равна 1, если граф полный, минимальная – 0 (если ребер в графе нет совсем).

- 2) Еще одной характеристикой сети является коэффициент кластеризации. Если плотность ребер графа можно интерпретировать как вероятность наличия ребра между любыми двумя узлами сети, то коэффициент кластеризации – это вероятность того, что ребром будут соединены вершины, имеющие общего соседа. Локальный коэффициент кластеризации рассчитывается по формуле:

$$C_i = \frac{2|\{e_{jk}: v_j, v_k \in N_i, e_{jk} \in E\}|}{|N_i|(|N_i| - 1)}, \quad (2)$$

где  $N_i = \{v_j: e_{ij} \in E \wedge e_{ij} \in E\}$  – множество соседей вершины  $v_i$ . Если все соседи узла соединены друг с другом, то  $C_i = 1$ . Если между ними нет никаких связей, то  $C_i = 0$ . Кластеризация всей сети (глобальный коэффициент кластеризации) определяется как:

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i. \quad (3)$$

Высокое значение коэффициента кластеризации означает, что граф плотно сгруппирован вокруг нескольких узлов; низкое значение – что связи в графе распространены относительно равномерно.

- 3) Кликой называется подмножество вершин графа, в котором каждые две вершины соединены друг с другом. Размер клики определяется количеством образующих ее вершин. Задача о нахождении максимальной по размеру клики в графе принадлежит к классу *NP*-полных.

При построении рыночного графа мы пользуемся стандартными характеристиками ценных бумаг. Пусть  $P_i(t)$  – цена закрытия акции  $i$  ( $i =$

$1, \dots, N$ ) в день  $t$ . Тогда логарифмическая доходность акции  $i$  за период между  $t - 1$  и  $t$  вычисляется следующим образом:

$$R_i(t) = \ln \frac{P_i(t)}{P_i(t-1)}. \quad (4)$$

Далее мы формируем матрицу, элементами которой являются коэффициенты корреляции, вычисляемые по формуле:

$$C_{ij} = \frac{E(R_i R_j) - E(R_i)E(R_j)}{\sqrt{\text{Var}(R_i)\text{Var}(R_j)}}, \quad (5)$$

где:

- $E(R_i) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_i(t)$  – средняя доходность бумаги  $i$  в течении  $N$  торговых дней,

- $\text{Var}(R_i) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_i(t) - E(R_i))^2$  – дисперсия доходности ценной бумаги  $i$  в течении  $N$  дней.

На основе полученной матрицы корреляций составляется матрица смежности согласно следующему правилу:

$$A_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } C_{ij} < \theta, \\ 1, & \text{если } C_{ij} \geq \theta \text{ и } i \neq j. \end{cases} \quad (6)$$

Иными словами, если коэффициент корреляции меньше заданного порога, то ребро не проводится, и наоборот. Выбирая разные значения порога  $\theta$ , мы в итоге получаем различные графы.

### 1.3. Описание корреляций Пирсона и модернизированной меры близости

Исторически для оценки близости двух временных рядов используется мера на основе критерия Пирсона. Данная мера имеет ряд недостатков:

1. Корреляция Пирсона выделяет в наиболее связанные группы в графе акции, доходности которых изменяются согласованно. При этом учитывается как согласованность роста, так и согласованность спада. Известно, что максимальный уровень корреляции наблюдается в периоды кризиса, когда цены на все акции падают. Вкладчикам же необходимы группы акций (портфели), приносящие доход. Сравнение корреляций Пирсона позволяет оценить возможности по формированию связанного портфеля, но не включает информацию по совокупной доходности акций.
2. Построение графов на основании корреляции Пирсона для каждой страны приводит к усредненной средневзвешенной оценке. Это позволяет сравнивать акции разных рынков качественно, но не количественно.
3. При оценках важен выбор периода наблюдений – короткий период (минута или день) приводит к большой зависимости результатов от временных скачков, большой период – кварталы или года – не позволяют выявить месячные или сезонные динамики.
4. Для оценки корреляции необходимо использовать некую процедуру или алгоритм для заполнения недостающих точек наблюдения (отсутствуют данные по продажам за выбранный промежуток), что негативно сказывается на достоверности результатов.

В рассмотренной работе [2] предлагается, как решение, использовать следующую меру близости между акциями  $x$  и  $y$  для временного периода из  $N$  недель:

$$C_{xy} = \sum_{i=1}^N x_i y_i \quad (7)$$



Авторы выделяют следующие преимущества используемой меры:

1. Новая мера позволяет проводить анализ без отрыва от экономической точки зрения. Проводится учет реальной доходности акций. Учитывается инфляция. Используются точные значения вместо выборочных. Включение в рассмотрение акций с любой (даже с низкой) ликвидностью.
2. Новая мера в отличие от биржевого индекса позволяет судить о росте или падении, а также о согласованности общей тенденции.
3. Анализ распределения степеней вершин свидетельствует о том, что для определенных значений порога модель рыночного графа с новой мерой близости имеет свойство степенного закона.

Однако Авторы не учитывают следующего: новая методика строится на кодировании исходного временного ряда доходности акции в виде бинарной последовательности. Затем проводится сравнение двух бинарных последовательностей для определения степени схожести их между собой. Кроме этого, авторы используют статистику месячной инфляции, приведенной к годовой, что не является корректным, т.к. с данным показателем не допускается проводить арифметических действий (разделение на дневную инфляцию). Последнее может быть решено сравнением наблюдения с месячной инфляцией, что и сделано в рамках данной работы (подробнее в разделе 3.1).

Основной же недостаток данного подхода связан с условиями кодирования индикатора. В качестве индикатора остается только единица, причем она используется для обозначения положительной динамики поведения акций (дифференциальной величины).

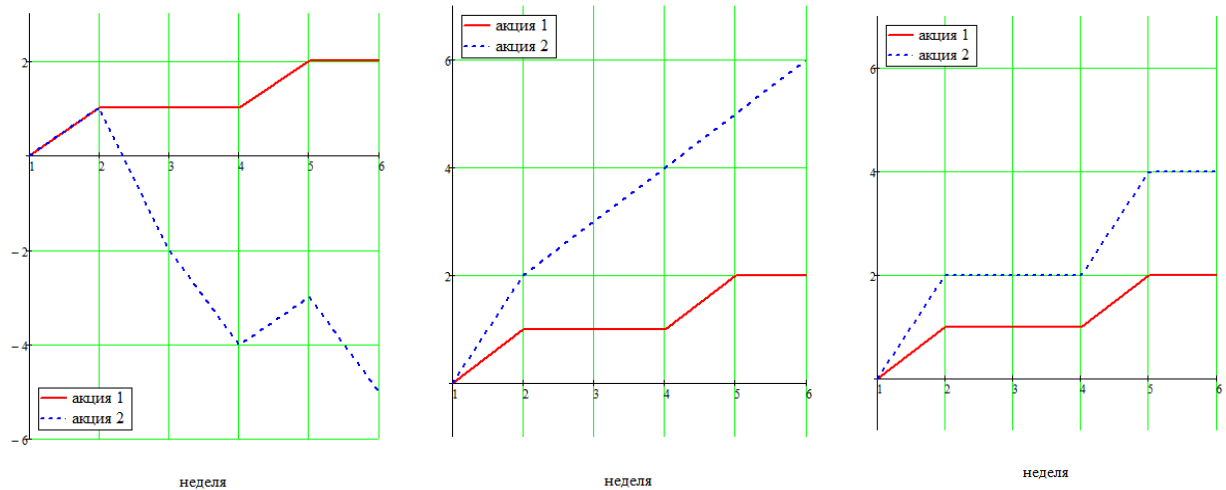
В виде нуля в индикаторе кодируются следующие случаи:

- а) отрицательная динамика;
- б) отсутствие динамики (неизменность стоимости);

в) отсутствие исходных данных.

Это приводит к отсечению значительной части исходных данных и некорректности дальнейших выводов по оставшейся статистике.

Пример: три портфеля из двух акций каждый со следующим поведением стоимости акций:



Портфель №1

Портфель №2

Портфель №3

Все три портфеля будут иметь одинаковую меру близости равную 2 из максимально возможных 5. При этом все портфеля имеют кардинально разную ценность для инвестора.

Предлагается использовать подобный подход, но изменить способ кодировки и, что следует из предыдущего, способ расчета меры.

Предлагается использовать следующую кодировку поведения акций:

$$x_k = \begin{cases} 1, & \text{если доходность} \geq \text{инфляция;} \\ -1, & \text{если доходность} < \text{инфляция;} \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (8)$$

Отметим, что к остальным случаям относится случай отсутствия информации о поведении акции. Условие равенства доходности и инфляции

включено в первый пункт, т.е. использован оптимистический подход к оценке доходности (нулевая доходность = стабильность вклада).

Теперь рассмотрим желаемое поведение новой меры близости двух, закодированных подобным образом, временных рядов:

- 1) мера близости должна возрасти, если поведение двух акций на временном промежутке известно и идентично;
- 2) мера близости должна уменьшаться, если поведение двух акций известно и различно;
- 3) мера близости не должна меняться, если нет информации о поведении одной или обеих акций на данном промежутке времени.

С учетом приведенного описания и вида предложенного кодирования, можно использовать следующую меру близости:

$$C_{ij} = \frac{1}{2} \left( N + \sum_{k=1}^N i_k \cdot j_k \right) \quad (9)$$

Опишем свойства данной меры:

- 1) мера не отрицательна;
- 2) мера близости принимает фиксированный набор значений в диапазоне  $\{0, N\}$ , где  $N = \min(N_i, N_j)$ . Таким образом, мера является нормированной относительно шкалы стоимости. Как результат, можно проводить сравнение доходностей акций из различных бирж с различными валютами;
- 3) мера может быть использована при сравнении двух закодированных синхронных временных рядов с идентичным интервалом кодирования;
- 4) если акции  $i$  и  $j$  были одновременно положительно доходны в течение всех  $N$  промежутков, то  $C_{ij} = N$ ;

- 5) если акции  $i$  и  $j$  имели взаимно различные доходности в течение всех  $N$  промежутков, то  $C_{ij} = 0$ ;
- 6) если акция сравнивается сама с собой, то  $C_{ii} = \frac{N}{2}$ .

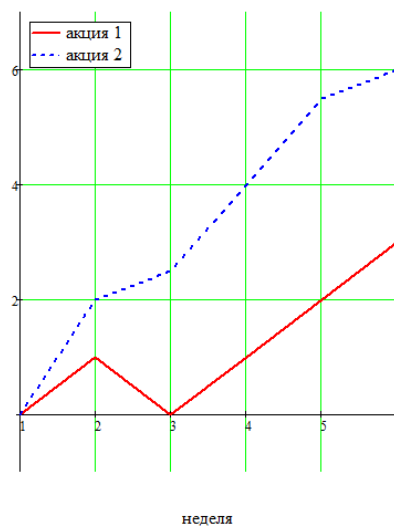
Приведем значения данной меры для примера трех портфелей, показанных ранее ( $N = 5$ ):

Портфель №1 –  $C=2$ ;

Портфель №2 –  $C=5$ ;

Портфель №3 –  $C=5$ ;

Портфель №4 –  $C=4$  (представлен на рисунке ниже, начальная мера 4).



Портфель №4

## Глава 2. Объект и методы исследования

В рамках первого этапа работы проведен выбор объекта моделирования и методик сравнительного анализа с предложенной обобщенной мерой близости и со стандартным подходом, основанным на расчете коэффициентов корреляции Пирсона.

В разделе 2.1 содержится описание объекта – геополитической финансовой структуры, акции стран участниц которого используются в качестве исходных данных для построения моделей.

В разделе 2.2 проведено описание совокупных характеристик блока исходных данных.

В разделе 2.3 представлен список параметров и характеристик, которые использовались для сравнительного анализа результатов моделирования, а также проведено описание приемов (методики) сравнения выбранных параметров в динамике.

### 2.1. Блок БРИКС

В качестве объекта моделирования выбрана неформальная группа государств, в которую входят Федеративная Республика Бразилия, Российская Федерация, Республика Индия, Китайская Народная Республика и Южно-Африканская Республика – БРИКС. Несмотря на то, что объединение данной группы стран является новым, оно характеризуется быстрым и нестандартным характером развития. В настоящее время БРИКС – один из основных игроков на политической и экономической аренах [9]. БРИКС – это в первую очередь блок развивающихся экономик, все из которых являются крупными державами и основными игроками в своих регионах. Одним из ключевых преимуществ каждого из участников БРИКС – наличие на их территории значительных объемов уникальных либо значимых природных ресурсов.

Странам БРИКС отводят значимую роль в мировой экономике. Это связано в первую очередь с высокими темпами увеличения ВВП на душу населения (рисунок 2.1).

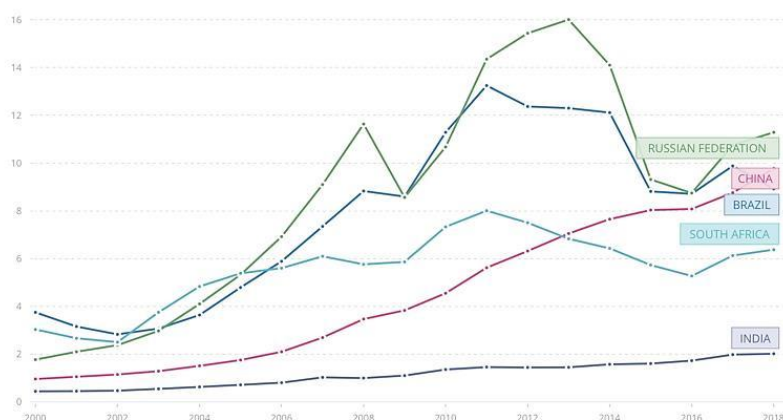


Рисунок 2.1 – Динамика ВВП на душу населения в странах БРИКС в 2000-2018 годах

Номинальный ВВП БРИКС составил около 32,6 % общемирового показателя [10, 11]. Подробная информация по долям в агрегированном ВВП, экспорте товаров и услуг и численности населения в процентах от общего показателя по всему миру представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Классификация стран БРИКС по долям в агрегированном ВВП, экспорте товаров и услуг и численности населения, 2018 год (в процентах от общего показателя по всему миру)

| Страна          | ВВП         | Экспорт товаров и услуг | Население   |
|-----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| Китай           | 18,7        | 10,7                    | 18,7        |
| Индия           | 7,7         | 2,2                     | 17,9        |
| Россия          | 3,1         | 2,0                     | 2,0         |
| Бразилия        | 2,5         | 1,1                     | 2,8         |
| Южная Африка    | 0,6         | 0,4                     | 0,8         |
| <b>Суммарно</b> | <b>32,6</b> | <b>16,4</b>             | <b>42,2</b> |

### 2.1.1. Фондовые рынки стран БРИКС

Фондовые рынки стран БРИКС относятся к развивающимся рынкам. На сегодняшний день, даже после начала пандемии COVID-19, бразильский фондовый индекс Bovespa (BVSP) является основным показателем фондового рынка Латинской Америки (рисунок 2.2). Данный показатель в течение 3,5 лет к концу 2019 года демонстрировал стабильный рост: с февраля 2016 по сентябрь 2019 года индекс Bovespa вырос на 220%. Затем наблюдался практически двукратный спад, вызванный началом пандемии, который прекратился на отметке 110% и за последний месяц демонстрирует рост до уровня 140 %.

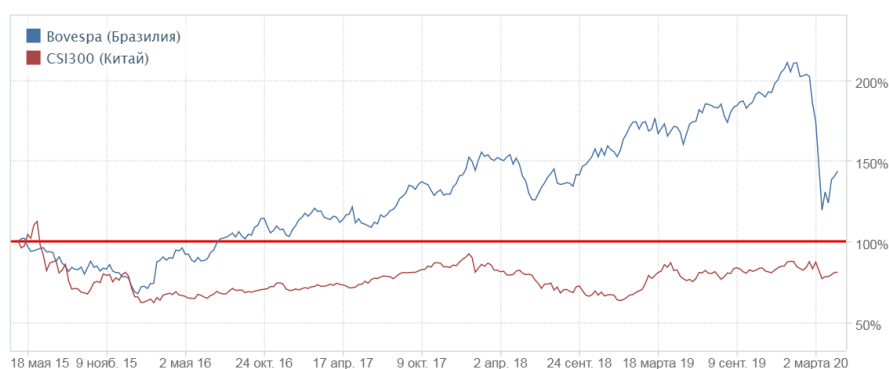


Рисунок 2.2 – Динамика фондового рынка Бразилии и Китая за 5 лет [15]

Торги в Китае проходят на двух фондовых биржах: Шанхайской и Шэньчжэньской. При этом индекс китайского рынка CSI 300 примечателен тем, что он рассчитывается на основе 300 наиболее ликвидных акций. В период с ноября 2014 г. по июнь 2015 г. наблюдался экстремально быстрый рост на китайском фондовом рынке, индекс CSI 300 вырос более чем в 2 раза, затем произошло резкое падение. Аналитики отмечают [14], что причина подобного обвала рынка связана с участием в нем множества частных инвесторов, осуществляющих инвестиции в акции. Когда темп роста инвестиций превысил темпы экономического роста и прибыли компаний, произошло разрушение «фондового пузыря».

Восстановление китайского фондового рынка началось только в 2016 году (рисунок 2.2), за последние 4 года рынок вырос менее чем на 50%

(относительно уровня 2016 года). Стоит отметить, что влияние пандемии в начале 2020 года практически не сказалось на фондовом рынке Китая.

Динамика фондового индекса BSE Sensex (Индия) указывает на стабильность развития индийской экономики. В 2018 году по темпам роста Индия обогнала Китай (рисунок 2.3). В результате она стала наиболее быстрорастущей в мире. К концу 2019 года за почти пять лет индекс вырос в полтора раза, однако в результате экономического кризиса в начале 2020 года, вызванного пандемией, индекс обвалился до уровня 2015 года.



Рисунок 2.3 – Динамика фондового рынка России и Индии за 5 лет [15]

Российский рынок ценных бумаг (характеризуется индексом РТС) в современных условиях интернационализации и глобализации развивается темпами, близкими к глобальным тенденциям мирового фондового рынка (рисунок 2.3). Московская Биржа, крупнейшая биржа в России по объему торгов и по количеству клиентов, образовалась в результате объединения биржи ММВБ с биржей РТС в 2011 году [16]. С начала 2017 года в течение 3 лет индекс вырос в полтора раза. В начале 2020 года мировой кризис на фоне пандемии привел к спаду роста и снижению индекса до уровня 2017 года.

На рассмотренном промежутке времени на российский фондовый рынок негативно влияли: санкции против Российской Федерации, нестабильная геополитическая ситуация, отток капитала иностранных инвесторов. Несмотря на это и благодаря позитивным факторам (рост цен на нефть) до пандемии наблюдался рост индекса вплоть до 150 %. Энергетические и



банковские компании стали лидерами роста (по росту цен на отраслевые акции) в 2019 году.

В марте 2020 года Россия внесла в Генассамблею ООН инициативу о принятии Декларации Генассамблеи ООН о солидарности в борьбе с коронавирусом. Предлагается государствам сотрудничать для выработки способов борьбы с распространением и лечением болезни, оказывать помощь наиболее пострадавшим государствам, особенно развивающимся странам, отказаться от торговых войн. Несмотря на общий спад мировых экономик после начала пандемии, в Генассамблее ООН пять стран заблокировали Декларацию о солидарности в борьбе с коронавирусом, авторами которой стали Россия и 28 государств [17].

Фондовый рынок ЮАР (Рисунок 2.4) за последние пять лет ведет себя стабильно. При этом не наблюдается ни значительных подъемов, ни значительных спадов. Локальные подъемы на 10% в середине 2018 и 2019 годов были нивелированы спадами в конце 2018 года и в начале 2020 года.



Рисунок 2.4 – Динамика фондового рынка ЮАР за 5 лет [18]

По поведению основных индексов фондов стран БРИКС, можно сделать вывод, что данный сегмент международного финансового рынка имеет тренд к усилению взаимодействия между странами альянса.

Таким образом, создание сетевых моделей фондовых рынков стран БРИКС является актуальной задачей и позволит провести исследование схожести

данных финансовых рынков не только по глобальным индексам, но и по внутренней структуре.

## 2.2. Описание исходных данных моделей

Данные по акциям Китая, Индии, Бразилии и ЮАР были получены от провайдера финансовой информации сервиса «Yahoo! Finance». Для организации скачивания истории котировок в автоматическом режиме была написана программа генерации HTTP-запросов на внутреннем языке программирования Matlab [19, 20]. Скрипт программ-функций для организации группового запроса и получения данных приведен в Приложениях Б и В.

Для создания сетевой модели каждого из рынков отбирались обыкновенные и привилегированные акции действующих на момент запроса компаний, как основной вид ценных бумаг. Другие ценные бумаги не рассматривались. Рассматривался ограниченный набор акции – список TOP-200 по каждой бирже. Т.к. именно TOP акции определяют основную часть оборота биржи и составляют большую долю активов подобное ограничение рассмотрения числа акций корректно.

Краткая характеристика исходных данных для моделирования сведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Совокупные параметры исходных данных

| Страна   | Биржа                             | Валюта           | Рыночная капитализация, \$ | Кол-во бумаг |
|----------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|--------------|
| Бразилия | Фондовая биржа Сан-Паоло          | Бразильский реал | 0,820 трлн                 | 71           |
| Россия   | Московская биржа                  | Российский рубль | 0,636 трлн                 | 183          |
| Индия    | Бомбейская фондовая биржа         | Индийская рупия  | 2,179 трлн                 | 89           |
|          | Национальная фондовая биржа Индии | Индийская рупия  |                            |              |

|       |                                 |                         |            |     |
|-------|---------------------------------|-------------------------|------------|-----|
| Китай | Шанхайская фондовая биржа       | Китайский юань          | 5,013 трлн | 207 |
|       | Шеньчжэньская фондовая биржа    | Китайский юань          |            |     |
| ЮАР   | Йоханнесбургская фондовая биржа | Южно - африканский рэнд | 0,950 трлн | 39  |

Ценные бумаги, используемые для построения моделей, торгуются на семи фондовых биржах: по одной бирже у Бразилии, ЮАР и России и по две биржи Индии и Китая. Принято решение рассматривать акции из разных бирж в рамках одной страны вместе, без разделения по принадлежности к торговой площадке.

Хранение данных по истории изменения котировок реализовано средствами Matlab. Наполнение базы проводится после скачивания данных с соответствующих серверов. Исходный код соответствующих программ, проводящих структурирование данных для дальнейшего использования, приведен в приложении Г.

Как ранее отмечалось, для анализа используется информация об уровне месячной инфляции. Данная информация за интересующий промежуток времени с апреля 2015 по апрель 2020 года загружена с сайта <https://take-profit.org/>.

Отметим, что исходные данные по котировкам загружались с недельным интервалом по закрытию. Данные по инфляции доступны только в разрезе месяцев, поэтому проводилось сравнения уровня дохода с уровнем месячной инфляции. Уровень месячной инфляции для рассматриваемых стран представлен на рисунках 2.5 – 2.9.

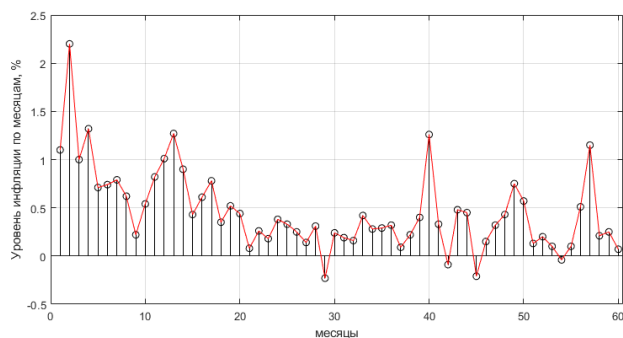


Рисунок 2.5 – Уровень инфляции в Бразилии по месяцам (%) с апреля 2015 по май 2020 годов (60 месяцев)

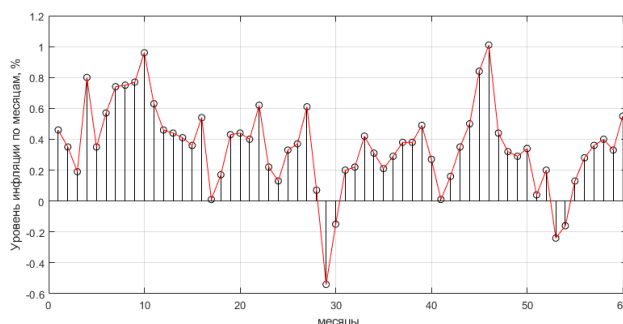


Рисунок 2.6 – Уровень инфляции в России по месяцам (%) с апреля 2015 по май 2020 годов (60 месяцев)

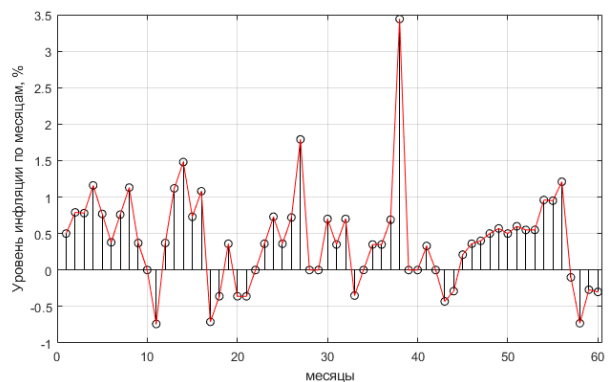


Рисунок 2.7 – Уровень инфляции в Индии по месяцам (%) с апреля 2015 по май 2020 годов (60 месяцев)

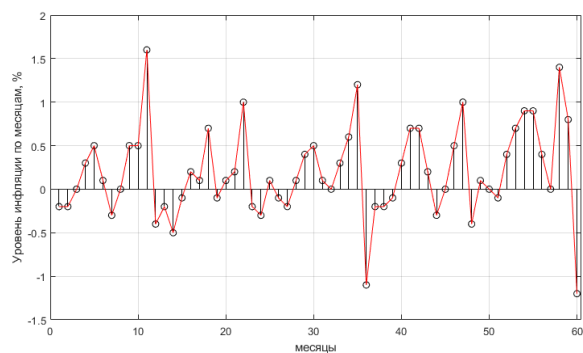


Рисунок 2.8 – Уровень инфляции в Китае по месяцам (%) с апреля 2015 по май 2020 годов (60 месяцев)

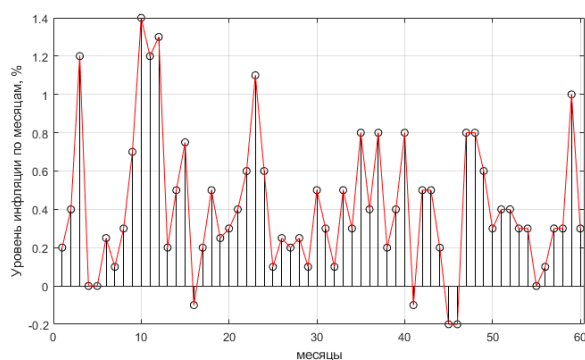


Рисунок 2.9 – Уровень инфляции в ЮАР по месяцам (%) с апреля 2015 по май 2020 годов (60 месяцев)

### 2.3. Критерии и методы сравнения моделей

Построения сетевых моделей рынков проводится с использованием двух мер близости: мера близости по критерию Пирсона и модифицированная мера близости. После построения сетевых моделей анализируются следующие группы параметры графов в качестве критериев сравнения:

1. Статистические параметры:
  - 1.1. Распределение меры близости;
  - 1.2. Точечные оценки распределения (математическое ожидания, среднеквадратическое отклонение);
2. Топологические характеристики графов:
  - 2.1. Плотность ребер при различной величине порога;
  - 2.2. Распределение степеней вершин;
3. Коэффициент кластеризации.

Опишем необходимость анализа некоторых из критериев более подробно.

Анализ плотности ребер в сетевой модели графа позволяет оценить объем акций, одновременно приносящих доход инвестору. Распределение степеней вершин во многих сетевых моделях имеет схожую структуру, следующую степенному закону. Согласно работам [21, 22] сетевая модель биржевого рынка, построенная с использованием мер по критерию Пирсона, обладает свойством степенного закона. Использование данного критерия позволит проверить выполняемость степенного закона для предложенной доработанной меры близости.

Критерий размера максимальной клики является эквивалентным наибольшей по размеру группы акций, которые одновременно приносят доход держателю.

Коэффициент кластеризации определяет степень сгруппированности данных. С экономической точки зрения – параметр эквивалентен тенденции акций приносить доход в одни и те же периоды времени. Для проведения расчетов вышеперечисленных критериев написана программа в среде Matlab, осуществляющая построение сетевой модели фондового рынка на основании исходных данных по истории изменения котировок на акции, как с модифицированной мерой близости, так и со стандартной мерой близости на основе критерия Пирсона. Также реализованы алгоритмы расчета перечисленных критериев.

Для сравнительного анализа данные по каждой сетевой модели рассчитывается за годовой интервал (52 недели). Это сделано для возможности сравнения не только критериев, но их проведения сравнения динамики изменения критерия по каждой из моделей.

Таблица 2.4 – Характеристика рассматриваемых временных интервалов

| Период | Дата начала | Дата конца |
|--------|-------------|------------|
| 1      | 20.04.2015  | 20.04.2016 |
| 2      | 21.04.2016  | 20.04.2017 |
| 3      | 21.04.2017  | 20.04.2018 |
| 4      | 21.04.2018  | 20.04.2019 |
| 5      | 21.04.2019  | 20.04.2020 |

#### Выводы по главе

В качестве объекта моделирования выбраны фондовые рынки стран участников БРИКС. Данный сегмент международного финансового рынка имеет тренд к усилению взаимодействия между странами альянса.

Создание сетевых моделей фондовых рынков стран БРИКС является актуальной задачей и позволит провести исследование схожести данных финансовых рынков по внутренней структуре. В качестве исходных данных

использованы данные по котировкам TOP-200 акций в каждой из рассмотренных стран за пятилетний период: с апреля 2015 года по март 2020 года. Выбрана группа критериев, расчет и анализ которых позволит провести сравнение поведения рынков между собой. Для возможности анализа динамики акций временной промежуток разбит на пять участков. Для автоматизации получения, хранения и анализа большого объема исходных данных созданы программы в ПП Matlab.

## Глава 3. Результаты расчетов и их анализ

В рамках обработки данных по каждому периоду и каждой стране были получены сетевые модели (Приложение Г). В качестве матрицы смежности использовались либо разработанная мера близости (1.2), либо значения критерия Пирсона.

### 3.1. Сетевые модели для рынка акций стран БРИКС

Рассмотрим несколько полученных сетевых графов для ЮАР, полученных на основе разработанной меры близости. Выбор данной страны связан с малым числом акций, это позволит более наглядно продемонстрировать граф.

Исходный граф для всей совокупности данных по первому периоду для ЮАР приведен на рисунке 3.1.

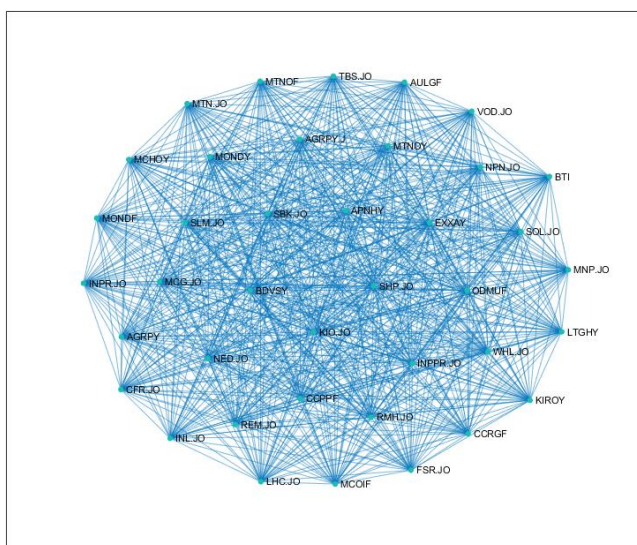


Рисунок 3.1 – Граф связей акций рынка ЮАР

Название вершин соответствует тикерам акций, цвет точек определяет степень вершины. Т.к. рассматриваются любые значения меры близости – все вершины имеют максимальную степень равную 38 (39 вершин, каждая соединяется с каждой).



Данное представление графа не является информативным, т.к. инвестору интересны лишь группы наиболее связанных акций. Поэтому перестроим граф, изменив параметры ребер такие как цвет и толщина линий. Зададим зависимость данных двух параметров от величины меры близости между двумя вершинами (акциями) в соответствии с таблицей 3.1. Дополнительно введем отображение степени вершины графа в виде его цвета. Результат построения данных графов приведен на рисунках 3.2 и 3.2.

Таблица 3.1 – Параметры визуализации ребер графа в зависимости от их веса

| Параметр ребра | Мера близости |         |         |        |
|----------------|---------------|---------|---------|--------|
|                | <25           | 25-34   | 35-44   | 45-53  |
| Цвет линии     | нет           | зеленый | красный | черный |
| Толщина линии  | нет           | 0,5     | 2       | 4      |

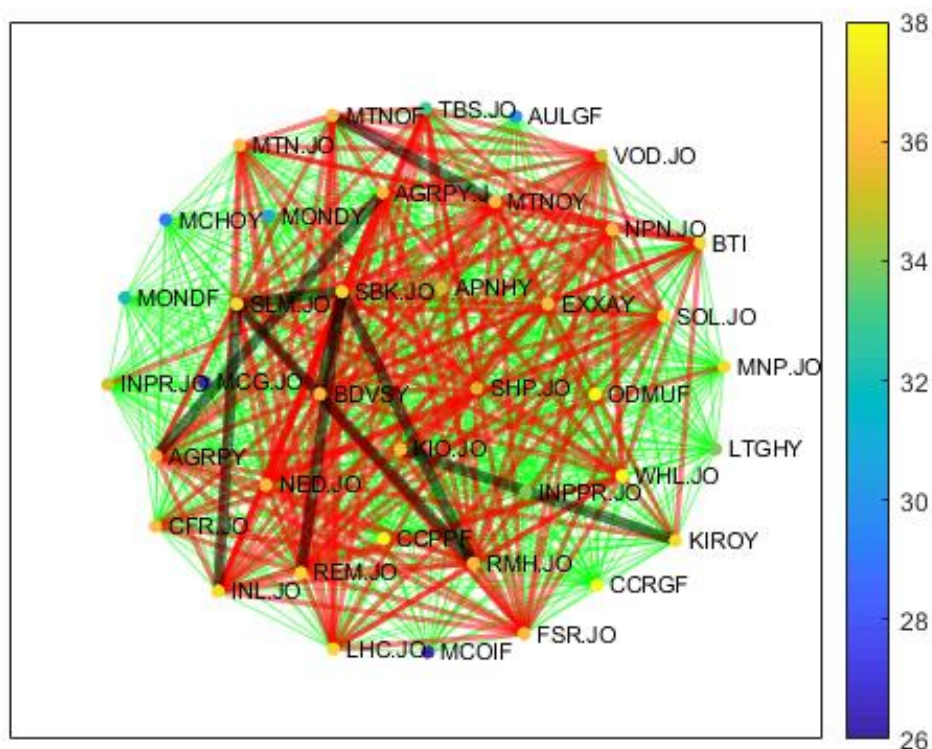


Рисунок 3.2 – Граф связей акций рынка ЮАР для 1 периода для акций, имеющих меру близости более 35

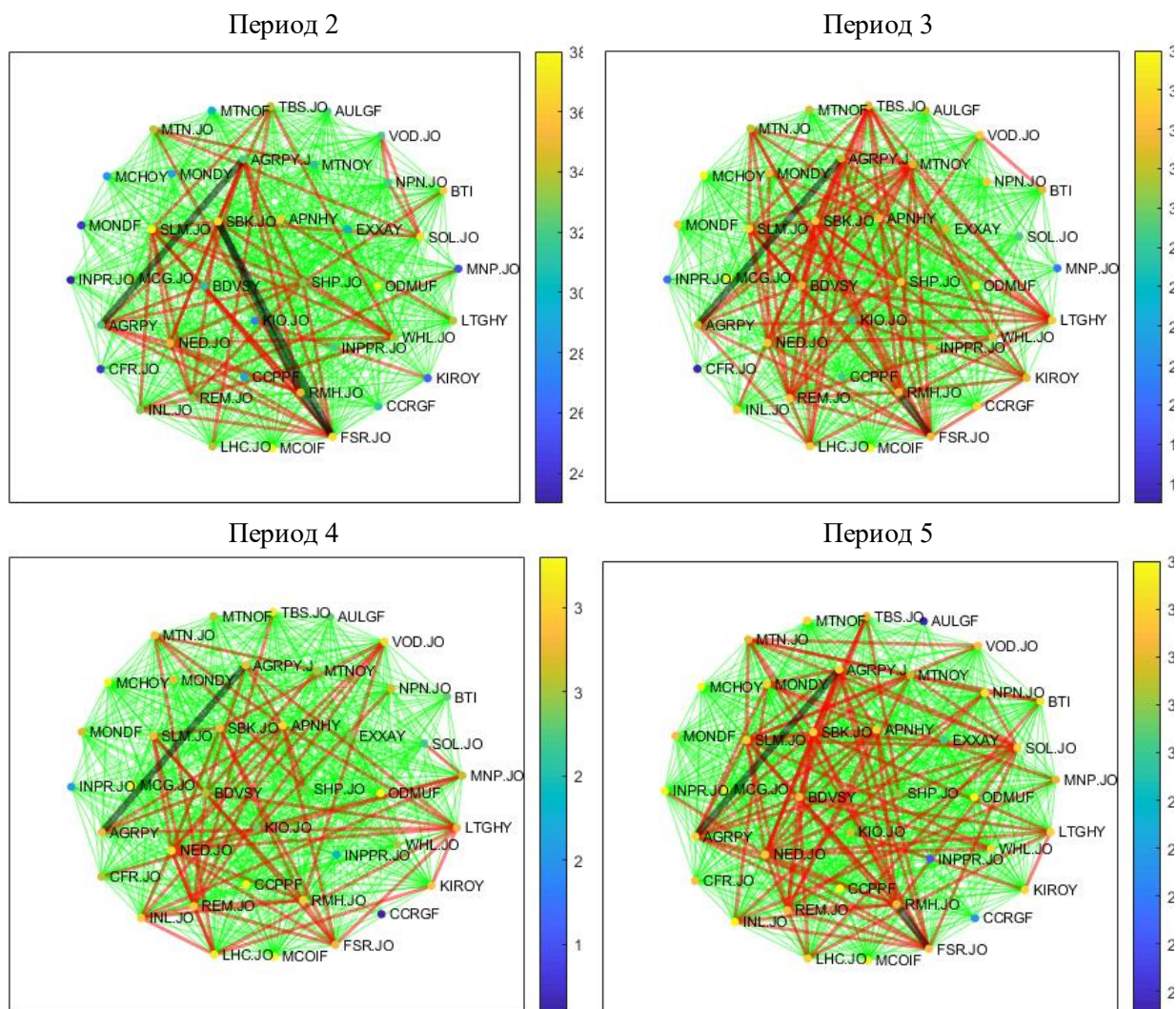


Рисунок 3.3 – Сетевые графы ЮАР по разработанной мере близости для 2-5 периодов

Полученные сетевые графы позволяют наглядно отобразить структуру рынка акций: выявить наиболее связанные пары или группы акций. Для этого, поменяв уровни отображения на другие диапазоны можно оценить, сохраняются ли данные связи выбранного портфеля в течение нескольких годовых периодов.

Далее приведем пример отображения графов для наиболее связанных групп портфелей. Параметры меры близости заданы в соответствии с таблицей 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры визуализации ребер графа в зависимости от их веса

| Параметр ребра | Мера близости |       |       |       |
|----------------|---------------|-------|-------|-------|
|                | <38           | 38-42 | 43-47 | 48-53 |
|                |               |       |       |       |

|               |     |         |         |        |
|---------------|-----|---------|---------|--------|
| Цвет линии    | нет | зеленый | красный | черный |
| Толщина линии | нет | 0,5     | 2       | 4      |

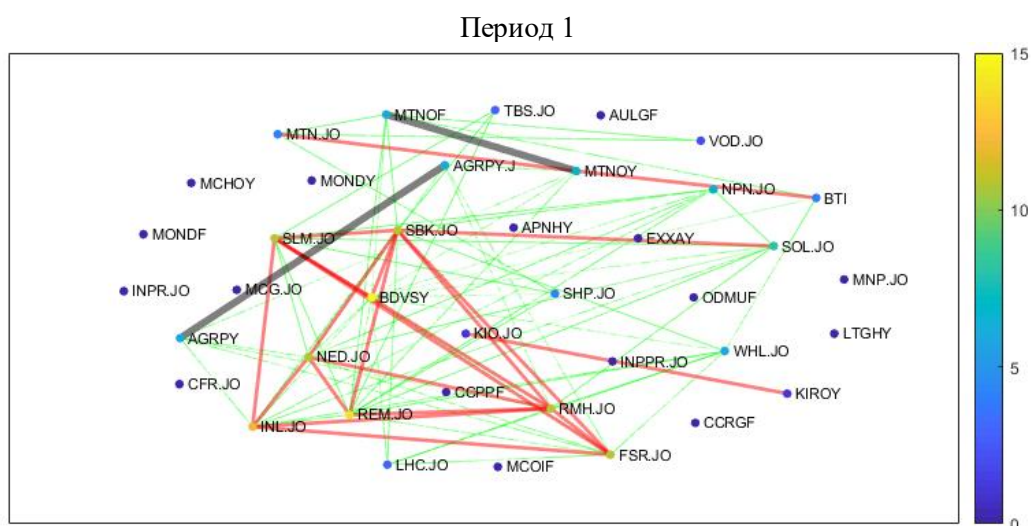
Результирующие сетевые графы для рынка ЮАР представлены на рисунке 3.4.

Далее построим подобные сетевые графы для рынка ценных бумаг ЮАР на основе критерия Пирсона. Каждое ребро между двумя вершинами (акциями) имеет вес равный критерию Пирсона на рассматриваемом периоде. Для наглядности построим только группу графиков, аналогичных изображенным на рисунке 3.4.

Параметры, которые использовались для построения, сведены в таблицу 3.3. Результаты построения представлена на рисунке 3.5.

Таблица 3.3 – Параметры визуализации ребер графа в зависимости от их веса

|                |                  |           |           |          |
|----------------|------------------|-----------|-----------|----------|
| Параметр ребра | Мера близости    |           |           |          |
|                | <38              | 38-42     | 43-47     | 48-53    |
|                | Критерий Пирсона |           |           |          |
|                | <                | 0,46-0,65 | 0,65-0,85 | 0,85-1,0 |
| Цвет линии     | нет              | зеленый   | красный   | черный   |
| Толщина линии  | нет              | 0,5       | 2         | 4        |



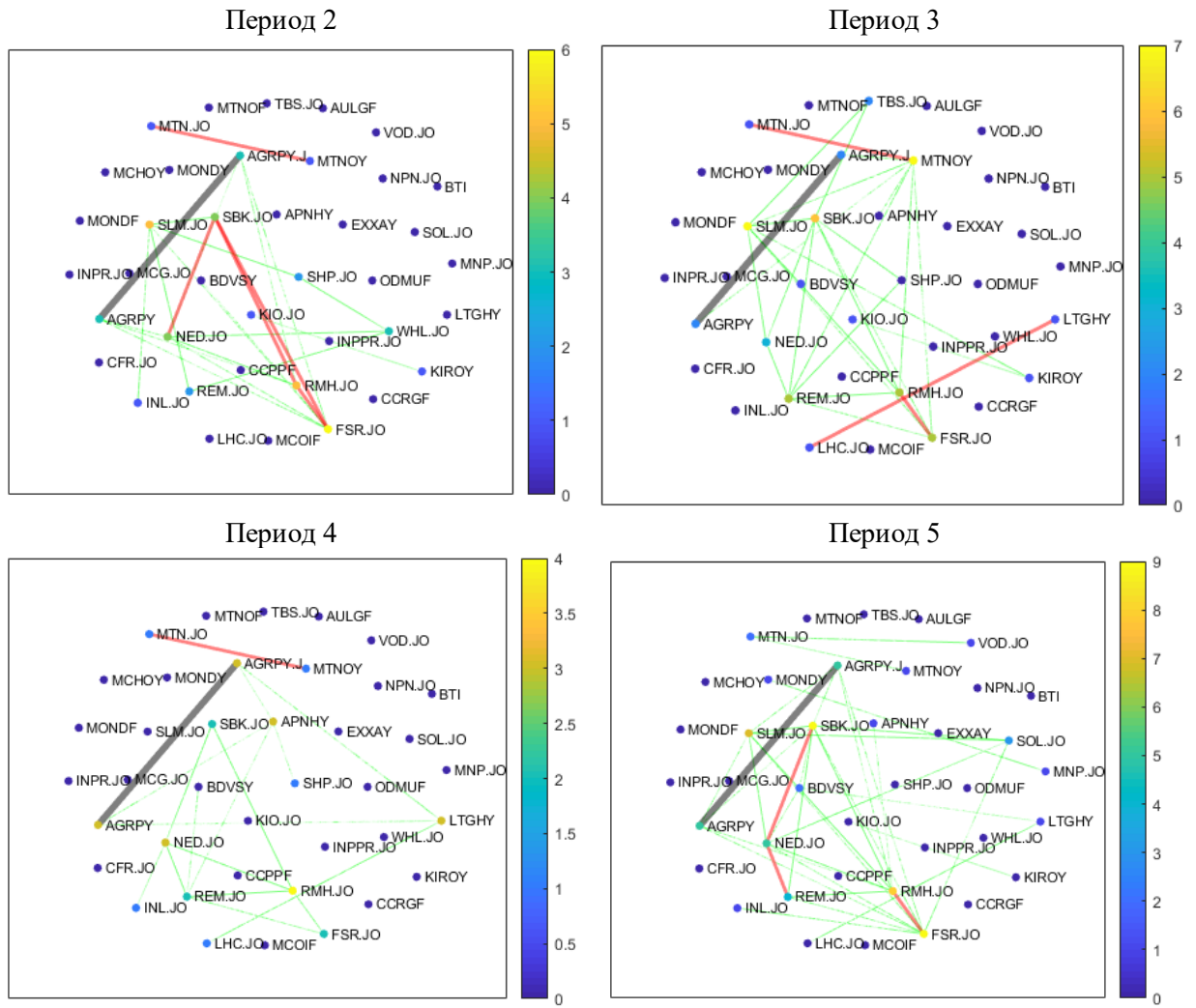
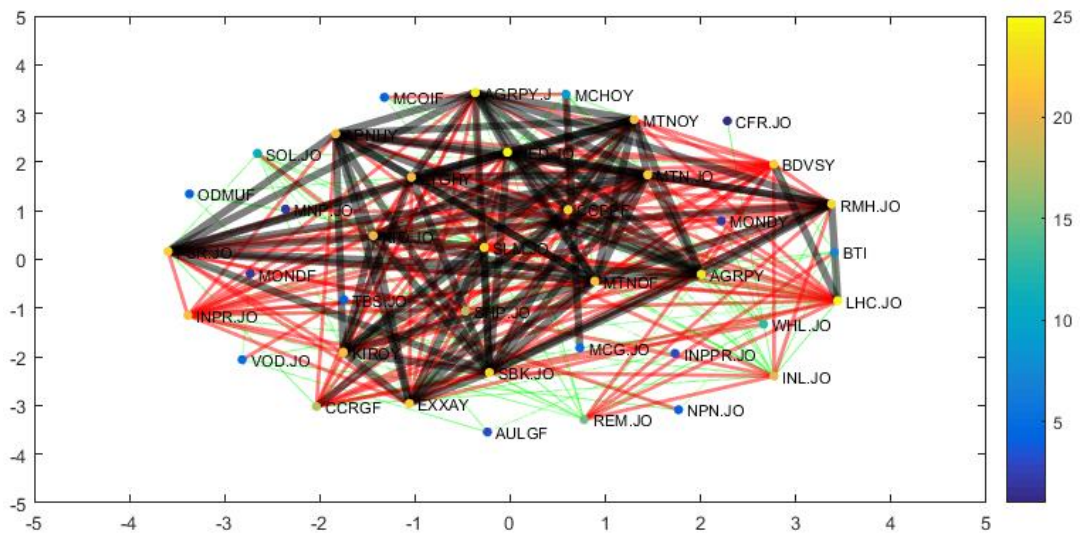


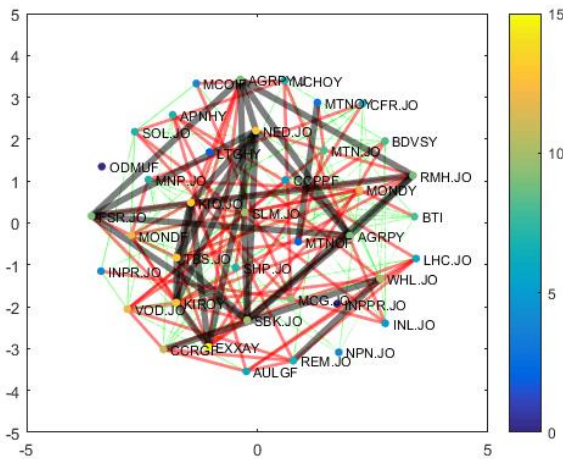
Рисунок 0.1 – Сетевые графы ЮАР по наиболее связанным портфелям акций для 1-5 периодов

Период 1

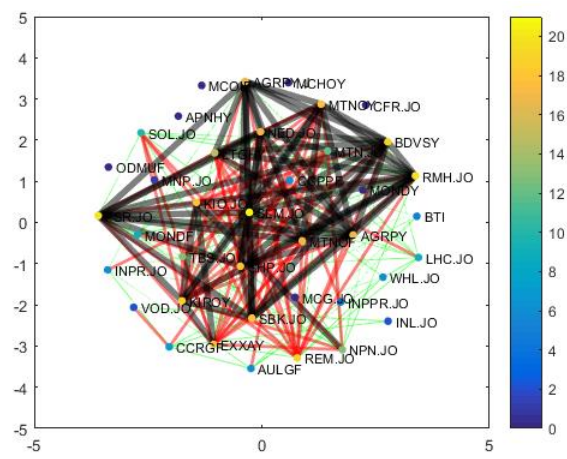


Период 2

Период 3



Период 4



Период 5

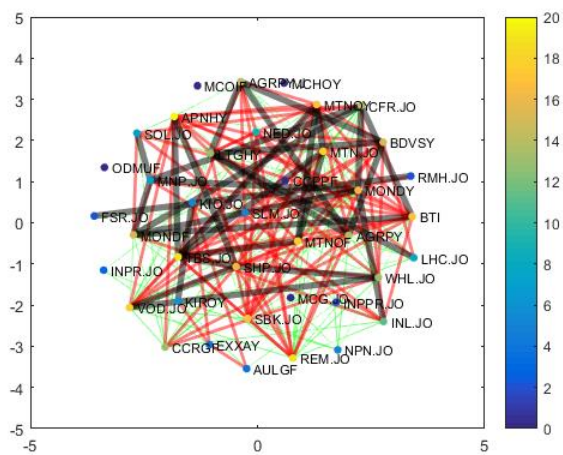


Рисунок 3.5 – Сетевые графы ЮАР по наиболее связанным портфелям акций для 1-5 периодов

Следует отметить, что анализ с использованием критерия Пирсона предлагает выбрать довольно крупные портфели акций, обладающие максимальным (0,85-1,0) критерием соответствия.

Проведем сравнение конкретных случаев для двух мер близости. Рассмотрим временные ряды двух акций на первом периоде анализа MCHOY и MCG.JO. Значения критерия Пирсона для данных акций – 0,85. Критерий меры близости – 33 недели. Сравнение относительной (приведенной к максимальному значению) стоимости акций представлено на рисунке 3.6.

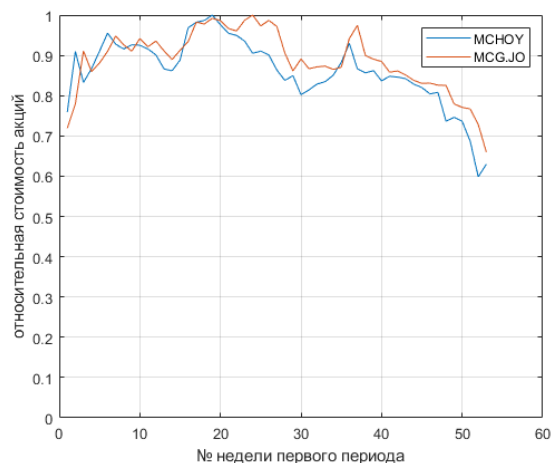


Рисунок 3.6 – Временные ряды относительной стоимости двух акций

Далее рассмотрим временные ряды двух акций MTNOY и MTNOF на первом периоде анализа. Значение критерия Пирсона для данных акций – 0,98; критерий меры близости – 48 недели. Сравнение относительной (приведенной к максимальному значению) стоимости акций представлено на рисунке 3.6.

Как видим, высокий уровень критерия Пирсона не всегда говорит о том, что динамика цены на группу акций сходная.

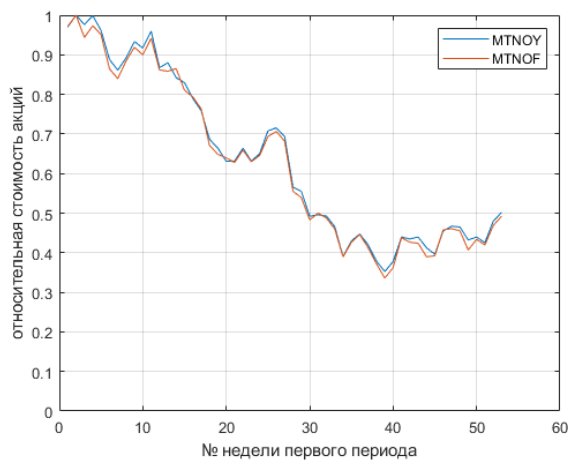


Рисунок 3.7 – Временные ряды относительной стоимости двух акций

Чтобы подтвердить это построим зависимость одного критерия от другого (рисунок 3.8) для всех пар акций в рамках пяти периодов для ЮАР. При этом каждой группе акций будет соответствовать 5 точек – по одной для каждого временного периода.

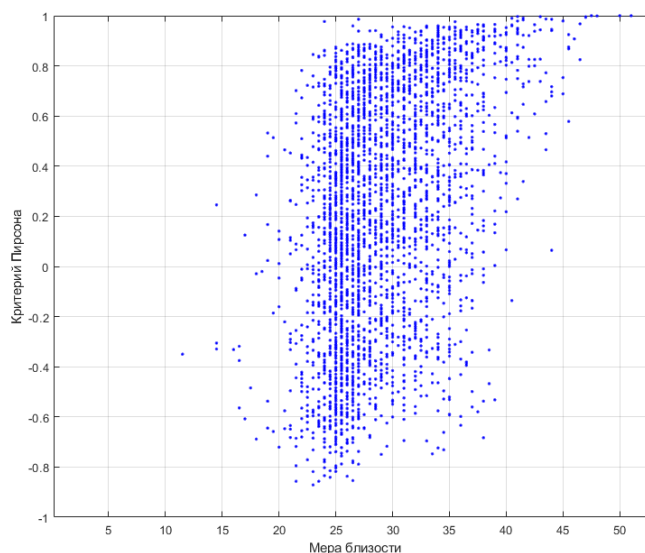


Рисунок 3.8 – Значения меры близости и критерия Пирсона для всей группы акций рынка ЮАР

Для удобства анализа построим также двумерную гистограмму распределения точек по рассматриваемому полигону – рисунок 3.9.

Отметим, что имеется максимум в области значения меры близости 25 и критерия Пирсона 0,0. Это область вызвана наличием некорректных данных по ценам акций, которые в алгоритме заменяются нулями если нет возможности загрузить котировки.

Стоит обратить внимание, что существует большое количество точек с низкими показателями меры близости (начиная от 23 и выше), для которых критерий Пирсона принимает значение 0,8 и выше. То есть, группа акций имеет идентичное поведение только в течение 23-30 недель (порядка половины рассматриваемого срока), а критерий Пирсона для них принимает максимальное значение. Если инвестор сформирует пакет на основе данных

акций – совокупный доход непредсказуем, хотя критерий Пирсона говорит о высокой корреляции между подобными рядами.

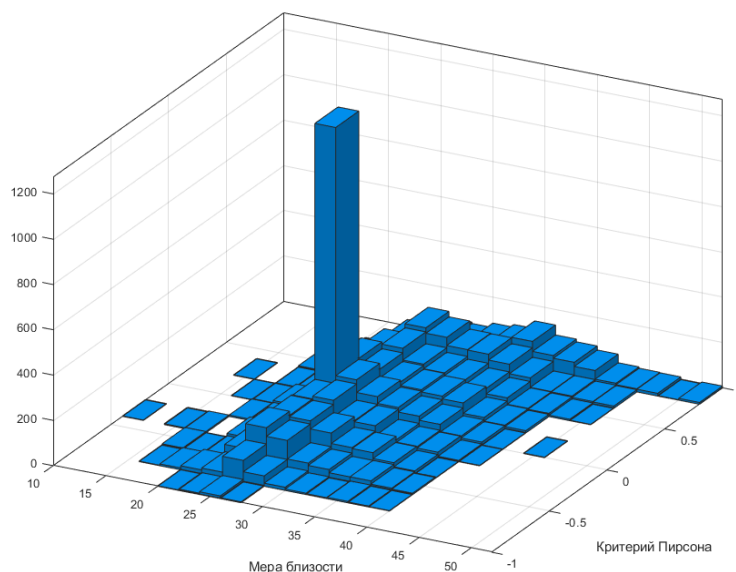


Рисунок 3.9 – Двумерная гистограмма распределения значений меры близости и критерия Пирсона для всей группы акций рынка ЮАР

По диаграмме также видно, что имеется большое число точек в IV квадранте – пары акций с низким (в том числе и отрицательным) критерием Пирсона, но с высоким (более 35-40 недель) значением меры близости.

Анализируя это, можем заключить, что, хотя критерий Пирсона и позволяет говорить о близости временных рядов, но он не позволяет делать вывод о синхронности поведения цен на данные акции. Если две акции растут синхронно, но с разной относительной скоростью – критерий Пирсона будет низким, а доходность портфеля на базе данных акций – высокой. Это говорит о том, что критерий Пирсона пригоден для оценки близости двух акций по динамике цен в меньшей степени по сравнению с разработанной мерой близости.

Предложенные визуализации сетевой структуры позволяют оценить наиболее связанные группы акций. Однако данные отображения сложно интерпретировать для большого объема исходных данных. К примеру, сетевой



граф с отображением уровней по таблице 3.2 для рынка Китая (207 акций) представлен на рисунке 3.10.

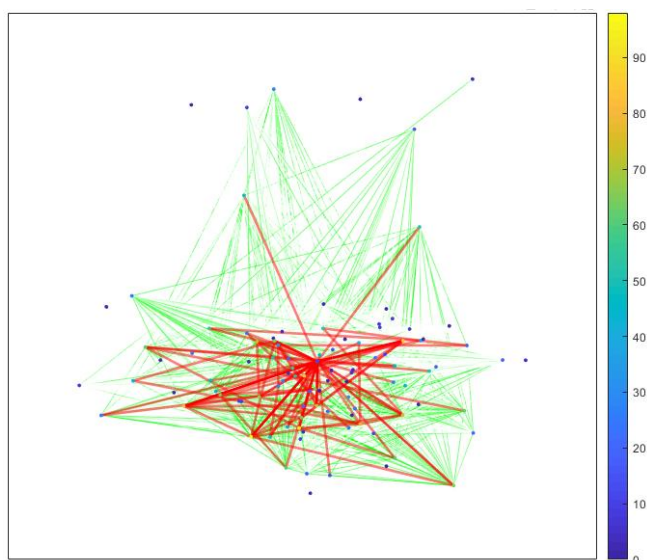


Рисунок 3.10 – Сетевой граф Китая по наиболее связанным портфелям акций для первого периода

Данный граф уже сложно оценивать визуально, поэтому следующим этапом работы будет построение обобщенных характеристик полученных сетевых графов для дальнейшей оценки схожести структур рынков стран БРИКС.

### 3.2. Результаты анализа рыночного графа с использованием корреляций Пирсона

Проведем сравнение сетевых графов (на базе критерия Пирсона) разных стран БРИКС, основываясь на обобщенных характеристиках:

- распределение коэффициентов корреляции;
- плотность ребер;
- коэффициент кластеризации.

#### 3.2.1. Распределение коэффициентов корреляции

Проведем расчет и построение гистограмм распределения коэффициентов корреляции. Все рассчитанные распределения приводятся нормированными, чтобы можно было сравнивать между собой рынки с разным числом акций.

Для рынка акций Бразилии распределение представлено на рисунке 3.11.

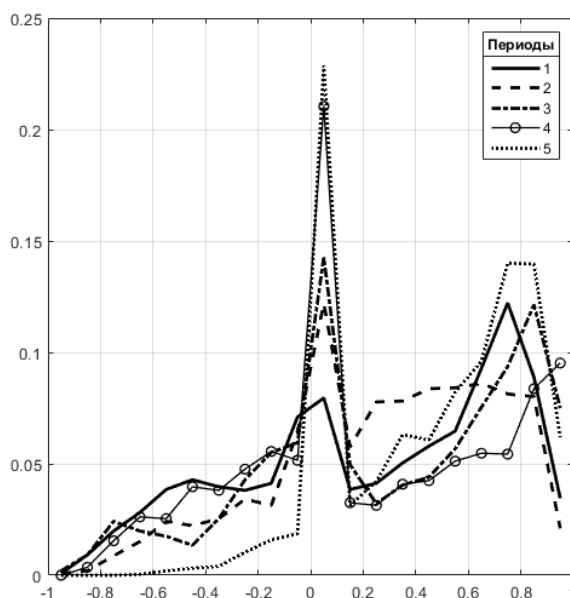


Рисунок 3.11 – Распределение корреляций для сетевого графа Бразилии

По графику наблюдается смещение в сторону высокой корреляции. При этом тенденция смещения присутствует на всех рассматриваемых периодах. Высокие всплески в области нуля вызваны отсутствием данных. Напомним, что отсутствующие данных в истории по котировкам заменяются нулевыми значениями.

На следующем рисунке 3.12 представлено распределение для рынка акций РФ. На периодах с 1 по 4 наблюдается степенной характер распределения критерия. Во время пятого периода можем наблюдать смещение распределения в сторону высоких критериев.

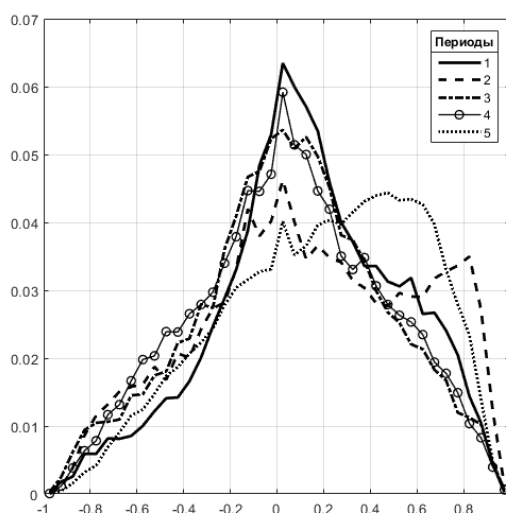


Рисунок 3.12 – Распределение корреляций для сетевого графа РФ

Далее представлено распределения для рынка Индии (рисунок 3.13). Отметим схожесть структуры с распределением рынка Бразилии. На всех рассматриваемых временных периодах наблюдается явное смещение в сторону высоких коэффициентов.

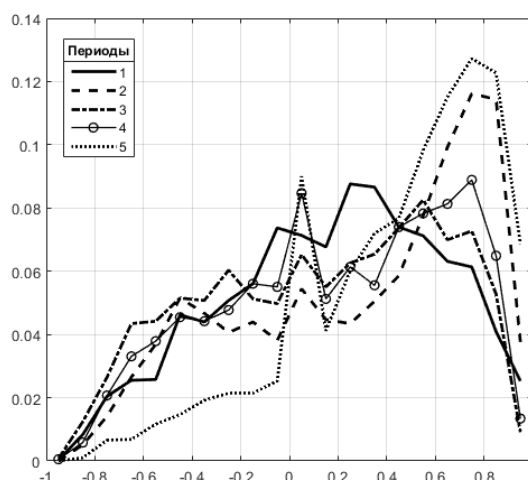


Рисунок 3.13 – Распределение корреляций для сетевого графа Индии

Распределение коэффициентов сетевого рынка КНР (рисунок 3.14) имеет два всплеска на первом и четвертом периоде. В остальные периоды наблюдается смещение в сторону высоких коэффициентов.

Распределение корреляции в сетевом графе ЮАР (рисунок 3.15) имеет схожую картину – монотонный рост числа групп при увеличении критерия. Резкий всплеск в области нуля критерия Пирсона объяснялся ранее и вызван особенностями обработки данных.

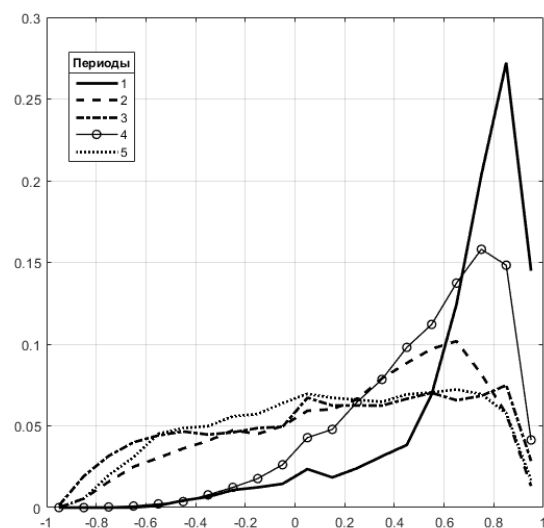


Рисунок 3.14 – Распределение корреляций для сетевого графа КНР

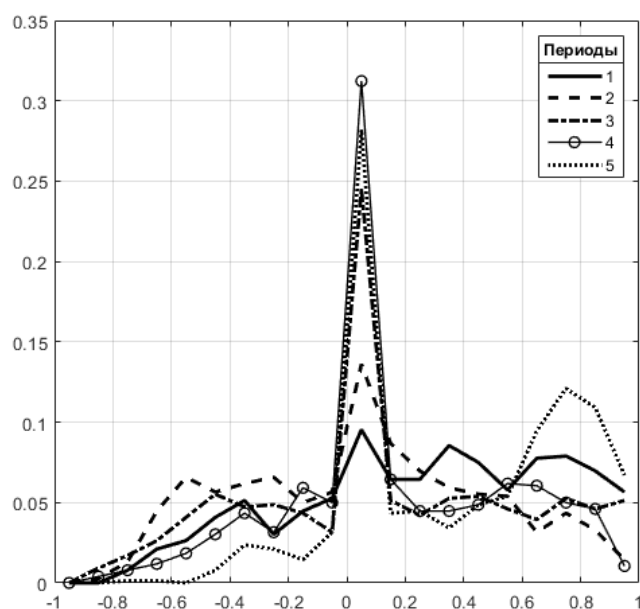


Рисунок 3.15 – Распределение корреляций для сетевого графа ЮАР

Таблица 3.4 – Средние значения ( $\mu$ ) и стандартные отклонения ( $\sigma$ ) коэффициентов корреляции рыночных графов

| Период   | Бразилия |          | Россия |          | Индия |          | Китай |          | ЮАР   |          |
|----------|----------|----------|--------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|          | $\mu$    | $\sigma$ | $\mu$  | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ |
| 1        | 0,24     | 0,49     | 0,13   | 0,38     | 0,13  | 0,53     | 0,67  | 0,29     | 0,26  | 0,45     |
| 2        | 0,28     | 0,41     | 0,14   | 0,46     | 0,27  | 0,65     | 0,24  | 0,44     | 0,05  | 0,43     |
| 3        | 0,29     | 0,49     | 0,05   | 0,40     | 0,14  | 0,57     | 0,15  | 0,50     | 0,18  | 0,46     |
| 4        | 0,21     | 0,48     | 0,05   | 0,40     | 0,17  | 0,59     | 0,52  | 0,31     | 0,15  | 0,38     |
| 5        | 0,45     | 0,36     | 0,19   | 0,41     | 0,32  | 0,68     | 0,16  | 0,46     | 0,37  | 0,39     |
| Ср.знач. | 0,30     | 0,45     | 0,11   | 0,41     | 0,21  | 0,60     | 0,35  | 0,40     | 0,19  | 0,42     |

Сравнение распределений и средних характеристик, позволяют говорить, что сетевые графы рынков Бразилии, Индии, Китая и ЮАР имеют схожую структуру. Сетевой граф рынка России отличен от остальных стран.

### 3.2.2. Плотность рёбер

Перейдем к сравнению плотности ребер построенных сетевых графов. Рассчитанные значения для разных уровней вхождения (0,4...0,7) сведены в таблицах 3.5 – 3.7.

Таблица 0.1 – Плотность ребер для графов рынка Бразилии и России

| # | Бразилия |       |       |       | Россия |       |       |       |
|---|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|   | 0,4      | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,4    | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,468    | 0,409 | 0,343 | 0,249 | 0,256  | 0,191 | 0,128 | 0,074 |
| 2 | 0,443    | 0,358 | 0,272 | 0,185 | 0,319  | 0,262 | 0,204 | 0,143 |
| 3 | 0,473    | 0,428 | 0,371 | 0,294 | 0,200  | 0,143 | 0,096 | 0,056 |
| 4 | 0,387    | 0,344 | 0,292 | 0,237 | 0,210  | 0,151 | 0,099 | 0,056 |
| 5 | 0,589    | 0,527 | 0,444 | 0,346 | 0,362  | 0,274 | 0,187 | 0,104 |

Таблица 0.2 – Плотность ребер для графов рынка Индии и Китая

| # | Индия |       |       |       | Китай |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,34  | 0,265 | 0,193 | 0,129 | 0,857 | 0,818 | 0,749 | 0,624 |
| 2 | 0,509 | 0,45  | 0,372 | 0,271 | 0,442 | 0,353 | 0,255 | 0,153 |
| 3 | 0,365 | 0,290 | 0,207 | 0,136 | 0,376 | 0,309 | 0,238 | 0,173 |
| 4 | 0,405 | 0,330 | 0,251 | 0,169 | 0,699 | 0,6   | 0,487 | 0,349 |
| 5 | 0,616 | 0,538 | 0,439 | 0,322 | 0,358 | 0,288 | 0,217 | 0,145 |

Таблица 0.3 – Плотность ребер для графа рынка ЮАР

| # | ЮАР   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
|   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,426 | 0,35  | 0,29  | 0,211 |
| 2 | 0,238 | 0,181 | 0,126 | 0,093 |
| 3 | 0,297 | 0,242 | 0,194 | 0,154 |
| 4 | 0,285 | 0,235 | 0,171 | 0,109 |
| 5 | 0,507 | 0,457 | 0,402 | 0,305 |

Графическое отображение данных параметров приведено на рисунке 3.16.

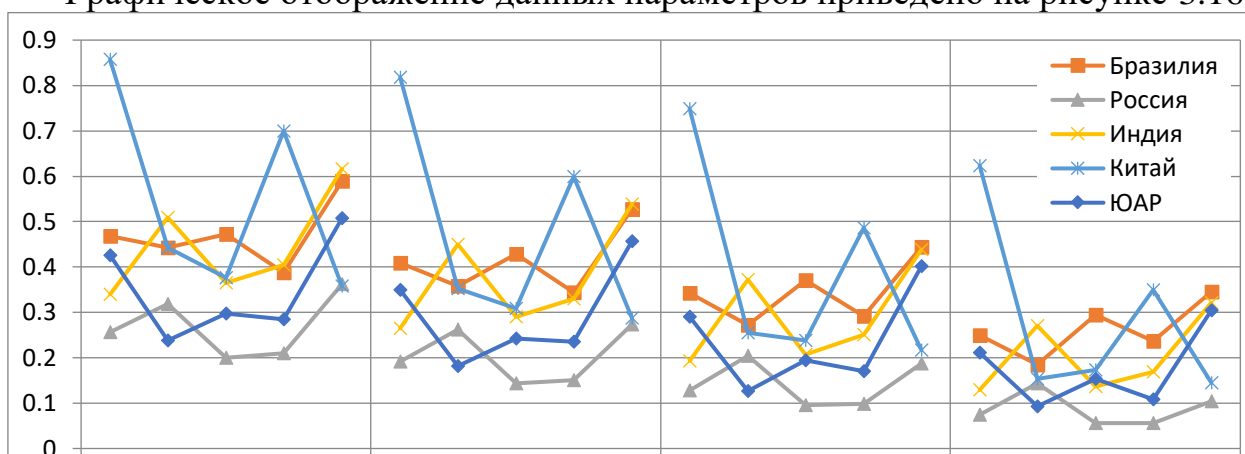


Рисунок 3.16 – Зависимость плотности ребер от периода для разных уровней вхождения (0,4; 0,5; 0,6 и 0,7)

### 3.2.3. Коэффициент кластеризации

Проанализируем применимость коэффициента кластеризации сетевых графов. Рассчитанные значения для разных уровней вхождения (0,4...0,7) сведены в таблицах 3.5 – 3.7.

Таблица 3.8 – Коэффициент кластеризации для графов рынка Бразилии и России

| # | Бразилия |       |       |       | Россия |       |       |       |
|---|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|   | 0,4      | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,4    | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,802    | 0,775 | 0,689 | 0,631 | 0,662  | 0,598 | 0,522 | 0,440 |
| 2 | 0,733    | 0,675 | 0,693 | 0,591 | 0,733  | 0,697 | 0,607 | 0,528 |
| 3 | 0,792    | 0,756 | 0,699 | 0,637 | 0,650  | 0,589 | 0,536 | 0,414 |
| 4 | 0,762    | 0,748 | 0,643 | 0,619 | 0,649  | 0,612 | 0,555 | 0,458 |
| 5 | 0,776    | 0,752 | 0,731 | 0,694 | 0,752  | 0,710 | 0,659 | 0,558 |

Таблица 3.9 – Коэффициент кластеризации для графов рынка Индии и Китая

| # | Индия |       |       |       | Китай |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,697 | 0,682 | 0,664 | 0,529 | 0,950 | 0,928 | 0,903 | 0,821 |
| 2 | 0,830 | 0,814 | 0,738 | 0,653 | 0,770 | 0,725 | 0,683 | 0,593 |
| 3 | 0,748 | 0,713 | 0,655 | 0,568 | 0,791 | 0,757 | 0,709 | 0,659 |
| 4 | 0,765 | 0,729 | 0,663 | 0,591 | 0,855 | 0,821 | 0,786 | 0,731 |
| 5 | 0,830 | 0,801 | 0,756 | 0,675 | 0,749 | 0,724 | 0,692 | 0,631 |

Таблица 3.10 – Коэффициент кластеризации для графа рынка ЮАР

| # | ЮАР   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
|   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   |
| 1 | 0,758 | 0,685 | 0,639 | 0,468 |
| 2 | 0,692 | 0,682 | 0,583 | 0,490 |
| 3 | 0,655 | 0,562 | 0,532 | 0,409 |
| 4 | 0,651 | 0,633 | 0,528 | 0,543 |
| 5 | 0,729 | 0,675 | 0,642 | 0,615 |

Графическое сравнение коэффициента кластеризации сетевых графов разных стран БРИКС от периода для разных уровней вхождения представлено на рисунке 3.17.

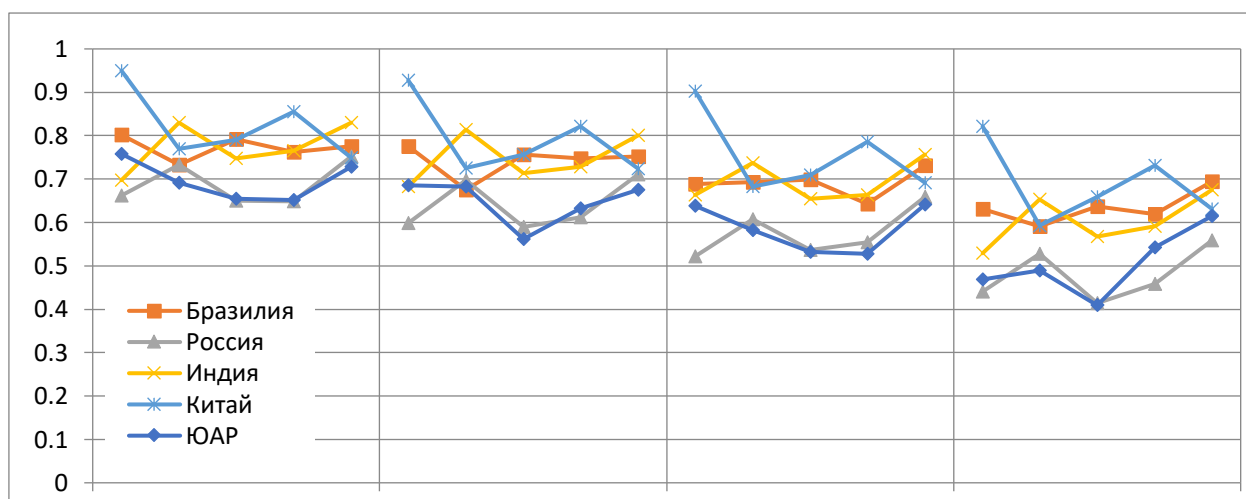


Рисунок 3.17 – Зависимость коэффициента кластеризации сетевых графов разных стран БРИКС от периода для разных уровней вхождения (0,4; 0,5; 0,6; 0,7)

Как видим, сетевые графы имеет схожие коэффициенты кластеризации. При этом наблюдается общая тенденция снижения данных коэффициентов с увеличением уровня вхождения.

### 3.3. Результаты анализа рыночного графа с использованием модернизированной меры близости

Проведем аналогичный анализ рынков акций стран БРИКС, используя сетевые графы на основе разработанной меры близости (1.2). Отметим, что для расчета данной меры близости используется информация об инфляции, представленная в подразделе 2.2.

### 3.3.1. Распределение коэффициентов корреляции

Распределение коэффициентов корреляции для стран БРИКС представлены на рисунках 3.18 – 3.22.

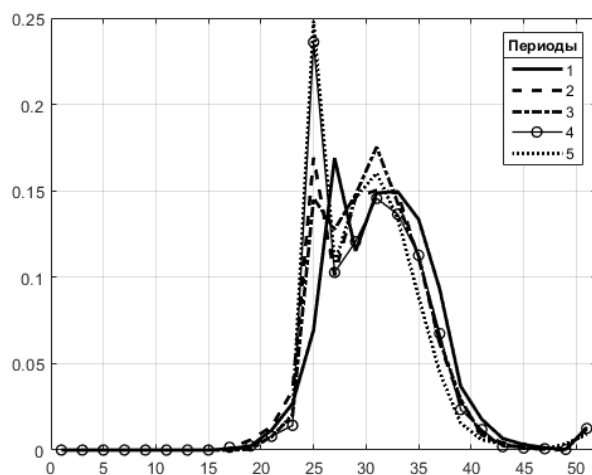


Рисунок 3.18 – Распределение меры близости для рыночного графа Бразилии

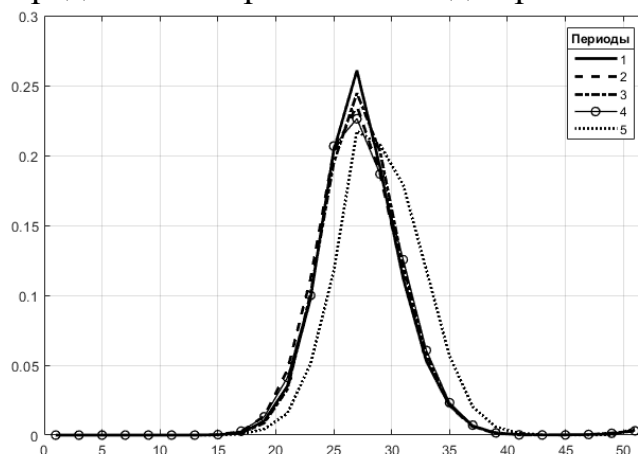


Рисунок 3.19 – Распределение меры близости для рыночного графа России

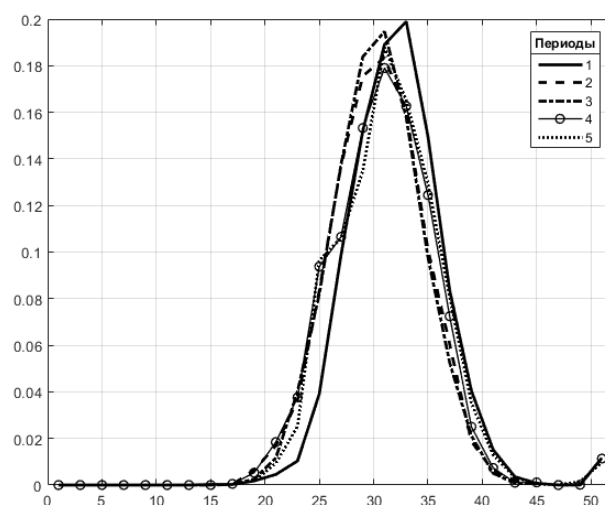




Рисунок 3.20 – Распределение меры близости для рыночного графа Индии

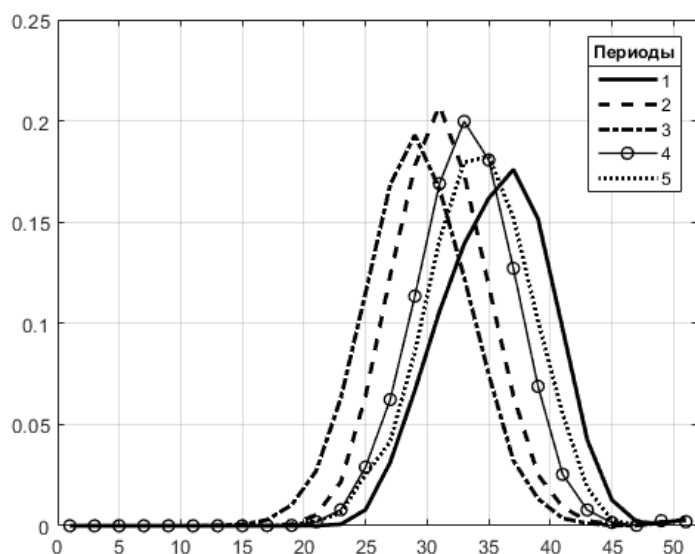


Рисунок 3.21 – Распределение меры близости для рыночного графа Китая

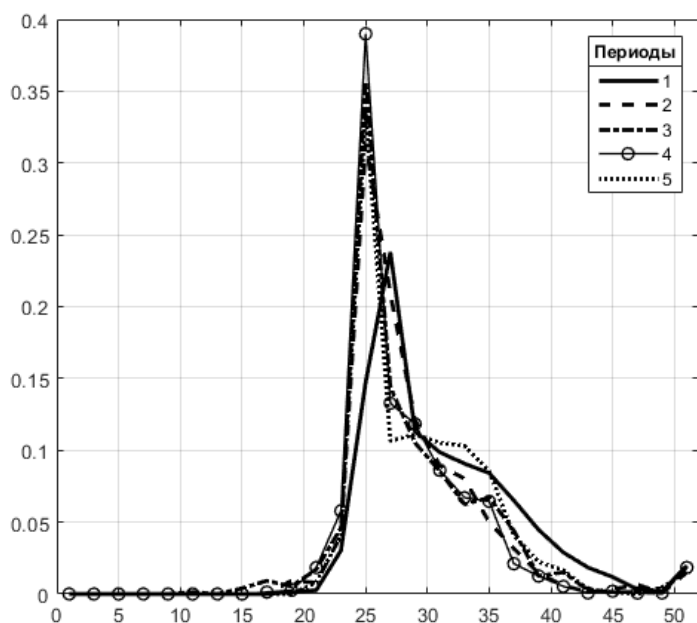


Рисунок 3.22 – Распределение меры близости для рыночного графа ЮАР

Следует отметить высокую степень сходства рассматриваемых стран по распределению меры. Средние значения и СКО распределений (таблица 3.11) имеют близкие показатели для всех стран.

Таблица 3.11 – Средние значения ( $\mu$ ) и стандартные отклонения ( $\sigma$ ) коэффициентов корреляции рыночных графов

| Период   | Бразилия |          | Россия |          | Индия |          | Китай |          | ЮАР   |          |
|----------|----------|----------|--------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|          | $\mu$    | $\sigma$ | $\mu$  | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ | $\mu$ | $\sigma$ |
| 1        | 31,3     | 5,2      | 27,2   | 3,7      | 31,8  | 4,4      | 35,4  | 4,4      | 30,8  | 6,0      |
| 2        | 30,3     | 5,1      | 27,0   | 3,8      | 30,3  | 4,7      | 30,9  | 4,0      | 28,5  | 5,2      |
| 3        | 30,6     | 4,7      | 27,3   | 3,7      | 30,2  | 4,5      | 29,0  | 4,4      | 28,5  | 5,6      |
| 4        | 30,2     | 4,9      | 27,2   | 3,8      | 30,6  | 4,8      | 32,9  | 4,1      | 28,1  | 5,1      |
| 5        | 29,6     | 4,7      | 28,9   | 3,9      | 31,0  | 4,7      | 33,9  | 4,3      | 29,3  | 5,4      |
| Ср.знач. | 30,4     | 4,9      | 27,5   | 3,8      | 30,8  | 4,6      | 32,42 | 4,2      | 29,0  | 5,5      |

Кроме того, наблюдается соответствие степенному закону распределения, анализ которого впервые провели Барабаши и Альберт [15, 16]. Авторы, изучая закон распределения узлов по числу связей в ряде сетей реального мира, выяснили, что во многих реальных сетях это распределение подчиняется т.н. степенному закону. Несколько узлов-концентраторов содержит большое число связей, а большинство узлов содержит лишь незначительное число связей. Эти сети получили название безмасштабных (scale-free networks). Авторы предложили простую модель возникновения таких сетей, включающую два условия – рост и предпочтительное соединение.

### 3.3.2. Плотность рёбер

Проведем расчет и анализ плотности ребер в зависимости от различного уровня вхождения (25 – 50 недель).

Таблица 3.12 – Плотность ребер для графов рынка Бразилии

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,944 | 0,613 | 0,24  | 0,043 | 0,018 | 0,013 |
| 2 | 0,916 | 0,536 | 0,174 | 0,029 | 0,014 | 0,013 |
| 3 | 0,964 | 0,558 | 0,175 | 0,028 | 0,014 | 0,012 |
| 4 | 0,966 | 0,522 | 0,173 | 0,029 | 0,014 | 0,013 |
| 5 | 0,957 | 0,474 | 0,122 | 0,024 | 0,014 | 0,009 |

Таблица 3.13 – Плотность ребер для графов рынка России

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,775 | 0,201 | 0,022 | 0,006 | 0,005 | 0,004 |

|   |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 0,737 | 0,201 | 0,02  | 0,006 | 0,005 | 0,003 |
| 3 | 0,774 | 0,215 | 0,021 | 0,005 | 0,005 | 0,003 |
| 4 | 0,762 | 0,224 | 0,023 | 0,005 | 0,005 | 0,003 |
| 5 | 0,885 | 0,388 | 0,055 | 0,007 | 0,005 | 0,004 |

Таблица 0.4 – Плотность ребер для графов рынка Индии

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,977 | 0,701 | 0,217 | 0,032 | 0,012 | 0,012 |
| 2 | 0,918 | 0,55  | 0,147 | 0,021 | 0,012 | 0,012 |
| 3 | 0,925 | 0,548 | 0,139 | 0,018 | 0,012 | 0,012 |
| 4 | 0,916 | 0,591 | 0,176 | 0,021 | 0,012 | 0,011 |
| 5 | 0,954 | 0,633 | 0,206 | 0,028 | 0,011 | 0,010 |

Таблица 3.15 – Плотность ребер для графов рынка Китая

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,000 | 0,897 | 0,571 | 0,16  | 0,01  | 0,004 |
| 2 | 0,952 | 0,609 | 0,159 | 0,017 | 0,005 | 0,003 |
| 3 | 0,850 | 0,421 | 0,087 | 0,010 | 0,005 | 0,003 |
| 4 | 0,983 | 0,789 | 0,322 | 0,04  | 0,005 | 0,002 |
| 5 | 0,984 | 0,842 | 0,426 | 0,082 | 0,006 | 0,003 |

Таблица 0.5 – Плотность ребер для графов рынка ЮАР

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,949 | 0,48  | 0,251 | 0,086 | 0,032 | 0,02  |
| 2 | 0,87  | 0,306 | 0,097 | 0,034 | 0,025 | 0,016 |
| 3 | 0,889 | 0,32  | 0,126 | 0,041 | 0,022 | 0,020 |
| 4 | 0,868 | 0,286 | 0,096 | 0,028 | 0,021 | 0,019 |
| 5 | 0,937 | 0,408 | 0,143 | 0,042 | 0,022 | 0,016 |

Графически полученные результаты представлены на рисунке 3.23. Видно, что графы разных стран имеют общую тенденцию – уменьшения плотности ребер при увеличении уровня вхождения на всех периодах.

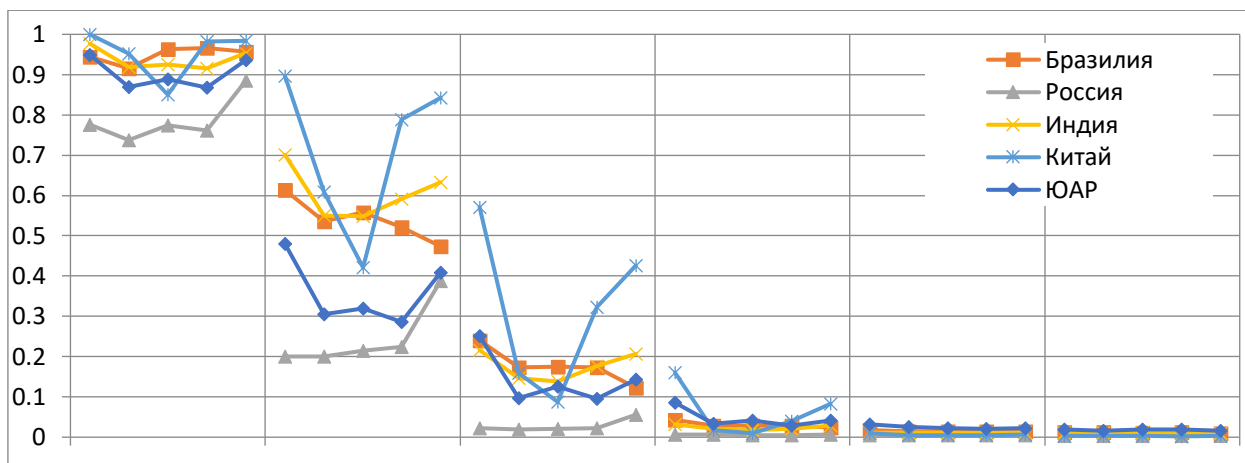


Рисунок 3.23 – Зависимость плотности ребер от периода для разных уровней вхождения (25; 30; 35; 40; 45 и 50 недель)

### 3.3.3. Коэффициент кластеризации

Следующим рассмотрим зависимости коэффициента кластеризации от уровня вхождения.

Таблица 3.17 – Коэффициент кластеризации для графов рынка Бразилии

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1 | 0,963 | 0,822 | 0,645 | 0,614 | 0,347 | 0  |
| 2 | 0,942 | 0,769 | 0,658 | 0,564 | 0,113 | 0  |
| 3 | 0,972 | 0,786 | 0,723 | 0,651 | 0,169 | 0  |
| 4 | 0,978 | 0,718 | 0,693 | 0,648 | 0,225 | 0  |
| 5 | 0,968 | 0,672 | 0,683 | 0,656 | 0,169 | 0  |

Таблица 3.18 – Коэффициент кластеризации для графов рынка России

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1 | 0,801 | 0,44  | 0,806 | 0,09  | 0     | 0  |
| 2 | 0,772 | 0,466 | 0,763 | 0,163 | 0     | 0  |
| 3 | 0,801 | 0,444 | 0,894 | 0,063 | 0     | 0  |
| 4 | 0,798 | 0,458 | 0,815 | 0,063 | 0     | 0  |
| 5 | 0,901 | 0,558 | 0,605 | 0,386 | 0,041 | 0  |

Таблица 3.19 – Коэффициент кластеризации для графов рынка Индии

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1 | 0,984 | 0,81  | 0,632 | 0,746 | 0,148 | 0,09 |
| 2 | 0,942 | 0,737 | 0,685 | 0,525 | 0,09  | 0,09 |
| 3 | 0,942 | 0,725 | 0,658 | 0,677 | 0,135 | 0,09 |
| 4 | 0,941 | 0,766 | 0,689 | 0,59  | 0,09  | 0,09 |

|   |      |       |       |       |      |      |
|---|------|-------|-------|-------|------|------|
| 5 | 0,97 | 0,779 | 0,696 | 0,754 | 0,09 | 0,09 |
|---|------|-------|-------|-------|------|------|

Таблица 3.20 – Коэффициент кластеризации для графов рынка Китая

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,000 | 0,942 | 0,816 | 0,601 | 0,565 | 0,019 |
| 2 | 0,959 | 0,746 | 0,626 | 0,644 | 0,089 | 0,019 |
| 3 | 0,887 | 0,647 | 0,661 | 0,619 | 0,058 | 0,019 |
| 4 | 0,986 | 0,876 | 0,676 | 0,814 | 0,163 | 0,019 |
| 5 | 0,991 | 0,902 | 0,754 | 0,746 | 0,19  | 0,019 |

Таблица 0.6 – Коэффициент кластеризации для графов рынка ЮАР

| # | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,966 | 0,86  | 0,643 | 0,754 | 0,545 | 0,103 |
| 2 | 0,908 | 0,696 | 0,824 | 0,59  | 0,218 | 0,000 |
| 3 | 0,936 | 0,717 | 0,601 | 0,682 | 0,205 | 0,103 |
| 4 | 0,925 | 0,675 | 0,698 | 0,543 | 0,103 | 0,103 |
| 5 | 0,969 | 0,709 | 0,692 | 0,658 | 0,205 | 0,103 |

Графически полученные результаты представлены на рисунке 3.24. Видно, что графы разных стран имеют общую тенденцию, выделяется только показатели РФ, – уменьшения коэффициента кластеризации при увеличении уровня вхождения на всех периодах. Это говорит в пользу близости рассматриваемых сетевых графов.

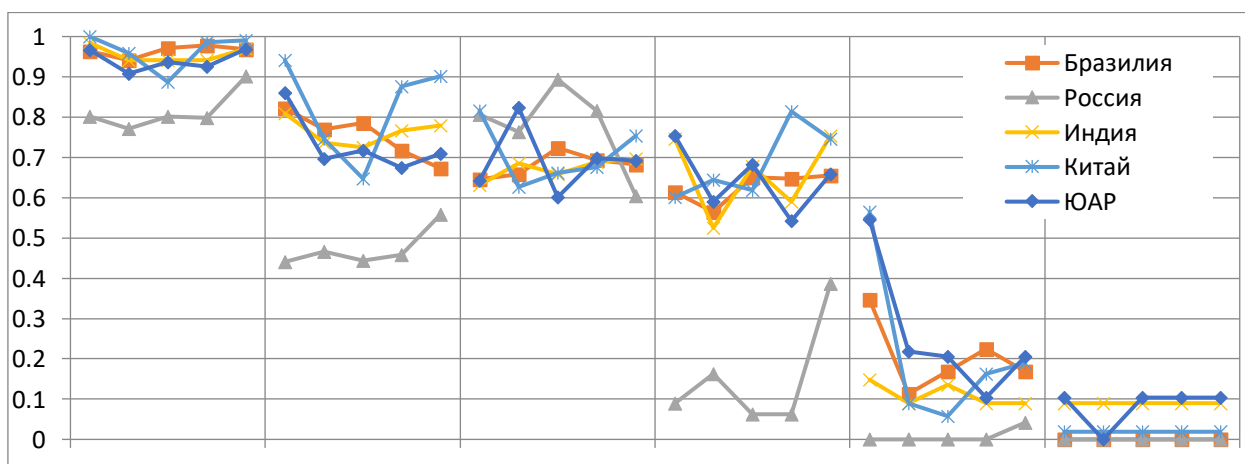


Рисунок 3.24 – Зависимость коэффициента кластеризации от периода для разных уровней вхождения (25; 30; 35; 40; 45 и 50 недель)

## Выводы по главе

В рамках раздела был проведен анализ и сравнение полученных сетевых графов рынков акций стран БРИКС.

Полученные сетевые графы позволяют наглядно отобразить структуру рынка акций: выявить наиболее связанные пары или группы акций. Для этого, поменяв уровни отображения на другие диапазоны можно оценить, сохраняются ли данные связи выбранного портфеля в течение нескольких годовых периодов. Построенные графы позволяют выделить группы наиболее связанных акций и использовать их для формирования портфеля. При этом чем выше разработанная мера близости – тем более связанным будет поведение группы акций в портфеле.

Проведен анализ распределения коэффициентов корреляции Пирсона. Выявлено, что для всех стран наблюдается смещение в область высоких значений коэффициентов. Математические ожидания распределения коэффициентов корреляции 0,30; 0,11; 0,41; 0,35; 0,19 для Бразилии, Индии, России, Китая и ЮАР соответственно.

Плотность ребер для всех стран снижается для каждого последующего периода на 5-10 %. Подобным образом ведет себя и другой показатель – коэффициент кластеризации.

Разработанная мера близости обладает свойством удобства интерпретации данных, фактическое значение критерия говорит о том, сколько недель акции вели себя идентично (рост либо спад). Это свойство позволило оценить применимость критерия Пирсона – критерий Пирсона пригоден для оценки близости двух акций по динамике цен в меньшей степени по сравнению с разработанной мерой близости. Для этого было построено распределение критерия Пирсона от разработанной меры близости. Выявлено, что для 32% пар акций наблюдается высокий уровень критерия Пирсона (более 0,8) при

низком значении меры близости (менее 30 недель из 52). Для 5% пар акций наблюдается ситуация, когда при высокой мере близости (35 недель и выше) критерий Пирсона низкий или даже отрицательный (менее 0,2). Таким образом, зафиксировано, что высокий уровень критерия Пирсона не всегда говорит о том, что динамика цены на группу акций сходная, а низкий уровень не позволяет с уверенностью заключить о различном характере поведений пар акций.

Далее провели сравнение сетевых графов для стран БРИКС, построенных на разработанной мере близости. Использовался ряд обобщенных характеристик графов. Средние значения коэффициентов корреляции рыночных графов для пяти стран имеют близкие значения:  $30 \pm 2,5$  недели. Стандартные отклонения данной величины также близки для всех стран и находятся в диапазоне от 4 до 6 недель.

Было определено, что сетевые графы рынков Бразилии, Индии, Китая и ЮАР имеют схожую структуру. Кроме того, наблюдается соответствие графов, рассчитанных с использованием разработанной меры близости степенному закону распределения.

## Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является исследование возможности применения альтернативной меры близости между акциями для построения графа фондового рынка с позиции конкурентоспособности и ресурсоэффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить потенциальных потребителей путем рассмотрения целевого рынка;
- провести QuaD анализ для оценки разработки;
- провести SWOT-анализ;
- выполнить планирование и организацию научного проекта;
- определить трудоемкость выполнения работ и разработать график проведения научного проекта;
- создать диаграмму Гантта;
- рассчитать бюджет научного проекта;
- определить риск возникновения неопределённых событий при выполнении научного проекта;
- провести оценку сравнительной эффективности проекта.

### 4.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ

#### 4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом



выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Потенциальные потребители результатов исследования: банки, консалтинговые компании, финансовые холдинги, частные инвесторы.

#### 4.1.2. Технология QuaD

Так как научное исследование не имеет конкурентов на рынке, то представляется возможным провести QuaD анализ для оценки разработки.

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины выделенных определенных показателей.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Оценка перспективности и качество по QuaD технологии определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i B_i$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки,

$B_i$  – вес показателей (в долях единицы),

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Таблица 4.1 – QUAD

| Критерии оценки                                       | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение | Средневзвешенное значение (*100) |
|---|--------------|-------|-------------------|------------------------|----------------------------------|
| 1   | 2            | 3     | 4                 | 5                      |                                  |
| Показатели оценки качества разработки                 |              |       |                   |                        |                                  |
| 1. Потребность в ресурсах памяти                      | 0,15         | 90    | 100               | 0,9                    | 13,8                             |
| 2. Функциональность                                   | 0,1          | 95    | 100               | 0,95                   | 9,5                              |
| 3. Простота эксплуатации                              | 0,07         | 75    | 100               | 0,75                   | 5,25                             |
| 4. Скорость работы                                    | 0,15         | 80    | 100               | 0,8                    | 12                               |
| 5. Надежность   | 0,05         | 100   | 100               | 1                      | 5                                |
| 6. Удобство эксплуатации                              | 0,07         | 70    | 100               | 0,7                    | 4,9                              |
| 7. Точность   | 0,2          | 85    | 100               | 0,75                   | 17                               |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки |              |       |                   |                        |                                  |
| 8. Конкурентоспособность продукта                     | 0,04         | 80    | 100               | 0,8                    | 3,2                              |
| 9. Уровень проникновения на рынок                     | 0,08         | 0     | 100               | 0                      | 0                                |
| 10. Законченность работы                              | 0,04         | 80    | 100               | 0,8                    | 3,2                              |
| 11. Послепродажное сопровождение                      | 0,05         | 75    | 100               | 0,75                   | 3,75                             |
| Итого   | 1            | 830   | 1100              | 8,2                    | 77,6                             |

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности данной научной разработки равна 77,6. Это означает, что перспективность данной разработки выше среднего (находится в пределах от 60-79).

#### 4.1.3. SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках второго этапа были составлены таблицы 4.2-4.5.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 4.6.

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта     |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                         | B1 | -  | -  | -  | -  | -  |
|                         | B2 | -  | -  | -  | -  | -  |
|                         | B3 | -  | -  | -  | +  | -  |

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта    |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                        | B1 | +   | -   | -   | 0   | -   |
|                        | B2 | +   | -   | --  | +   | -   |
|                        | B3 | -   | +   | +   | -   | -   |

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта          |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                         | У1 | +  | -  | -  | -  | -  |
|                         | У2 | +  | -  | -  | -  | -  |
|                         | У3 | -  | -  | +  | -  | -  |
|                         | У4 | -  | -  | -  | -  | -  |
|                         | У5 | -  | -  | -  | -  | -  |

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Угрозы проекта         |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
|                        | У1 | +   | +   | +   | +   | -   |
|                        | У2 | -   | -   | -   | -   | -   |
|                        | У3 | -   | -   | -   | +   | -   |
|                        | У4 | -   | -   | -   | -   | +   |
|                        | У5 | +   | +   | +   | +   | -   |

Таблица 4.6 – Матрица SWOT

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Уникальный функционал.</p> <p>С2. Расчет и анализ коэффициентов.</p> <p>С3. Автоматизация процесса кластеризации.</p> <p>С4. Легко масштабируемая архитектура приложения.</p> | <p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Большие затраты памяти для хранения состояний графа.</p> <p>Сл2. Длительность вычислений.</p> <p>Сл3. Недостаток мировой практики данного метода, как следствие недостаток научной информации.</p> <p>Сл4. Необходимость финансирования для дальнейшей разработки.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Высокий спрос на модели рынка со стороны инвесторов.</p> <p>В2. Анализ фондовых рынков со сложной взаимосвязью между собой.</p> <p>В3. Анализ фондовых рынков с большим числом ценных бумаг.</p> <p>В4. Расширение функционала.</p> | <p>В4С4 – легко масштабируемая архитектура приложения позволяет быстро и без сложностей внедрять в модель новый функционал.</p>  | <p>В4.Сл3 – расширение функционала поможет расширить границы применения приложения.</p>   |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие интереса пользователей к продукту.</p> <p>У2. Появление конкурентных моделей с тем же функционалом.</p> <p>У3. Отсутствие финансирования для дальнейшего развития продукта.</p> <p>У4. Негативные отзывы о продукте.</p>      | <p>У1У2С1 – уникальность разработки не даст продукту остаться незамеченным, а также из-за уникальности данный продукт не с чем сравнить, а значит люди не будут оставлять плохие отзывы.</p>                 | <p>У3.Сл4 – расширение функционала поможет расширить границы применения приложения.</p>   |

#### 4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Для этого была заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта, приведенная в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – 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                                      | 4  | 4                                       |
| 2.    | Определены отрасли и технологии для предположения на рынке                        | 4  | 3                                       |
| 3.    | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок   | 3  | 4                                       |
| 4.    | Определены авторы и осуществлена охрана их прав                                   | 4  | 3                                       |
| 5.    | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности                         | 1  | 2                                       |
| 6.    | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта                                 | 2  | 3                                       |
| 7.    | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки                        | 1  | 2                                       |
| 8.    | Определены пути продвижения научной разработки на рынок                           | 3  | 4                                       |
| 9.    | Разработка стратегии (форма) реализации научной разработки                        | 4  | 4                                       |
| 10.   | Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок    | 1  | 1                                       |
| 11.   | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 1  | 1                                       |
| 12.   | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки            | 4  | 3                                       |

|     |   |    |    |
|-----|---|----|----|
| 13. | Имеется команда для коммерциализации научной разработки | 1  | 2  |
| 14. | Проработан механизм реализации научного проекта         | 5  | 5  |
|     | Итого баллов  | 38 | 41 |

Таким образом, исходя из результатов таблицы 4.7 можно сказать, что степень готовности и научной разработки, и ее разработчика к коммерциализации, находится на среднем уровне.

#### 4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

Для данного проекта в качестве метода его коммерциализации научной разработки мы выбрали метод передачи ноу-хау компаниям, которые занимаются сбором и анализом данных, а также инвестированием и торговлей ценными бумагами на бирже.

Полученный программный продукт предполагает анализ предоставляемых ему данных. Однако, данный продукт не имеет никаких средств для сбора необходимых данных. Компании, которые занимаются сбором и анализом данных, уже имеют собственные разработки по сбору данных и предоставлению их в нужной форме.

Таким образом, компании, занимающиеся анализом и сбором данных, могут полностью раскрыть потенциал разработанного программного продукта.

## 4.2. Разработка устава научно-технического проекта

### 4.2.1. Цели и результат проекта

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

Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице ниже:

Таблица 4.8 – Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта                 | Ожидания заинтересованных сторон  |
|--|---|
| НИ ТПУ   | Проведение исследований по данной теме с целью использования настоящей разработки в образовательных целях, а также использование данной разработки в качестве основы под иные проекты, выполняемые на базе ОЭФ. |
| Инвестиционные фонды, брокеры, частные инвесторы | Использование данной разработки, которая позволит представлять информацию с фондовых рынков в удобном для анализа виде с целью быстрого извлечения полезной информации.   |

В таблице 4.9 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Цели проекта:                        | Создание модели рыночного графа, позволяющего компактно описать протекающие на рынке ценных бумаг процессы и быстро извлечь информацию о существующих на них зависимостях. |
| Ожидаемые результаты проекта:        | Получение результатов, позволяющих провести анализ рынка ценных бумаг по исходным данным.  |
| Критерии приемки результата проекта: | Получение данных, позволяющих сделать предположение о полезности использованной модификации рыночного графа.   |
| Требования к результату проекта:     | Созданная программная модель должна реализовывать разработанную методику представления данных в компактном виде. Результаты должны быть представлены в доступной форме.    |

#### 4.2.2. Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Рабочая группа проекта

| № п/п | ФИО, основное место работы, должность      | Роль в проекте       | Функции  | Трудо-затраты, час. |
|-------|--|----------------------|--|---------------------|
| 1     | Доцент ОЭФ<br>ИЯТШ НИТПУ<br>Семёнов М.Е.   | Руководитель проекта | – составление и утверждение научного задания;<br>– календарное планирование работ;<br>– оценка эффективности полученных результатов. | 25                  |
| 2     | Магистр ОЭФ<br>ИЯТШ НИТПУ<br>Хакимова Д.П. | Исполнитель проекта  | – исполнение всех работ по проекту   | 558                 |

#### 4.2.3. Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Данная информация отображена в таблице ниже:

Таблица 4.11 – Ограничения проекта

| Фактор                                     | Ограничения / допущения  |
|--|--|
| Бюджет проекта                             | 181 084,64   |
| Источник финансирования                    | НИ ТПУ   |
| Сроки проекта:                             | 27.01.2020 – 03.06.2020  |
| Дата утверждения плана управления проектом | 27.01.2020   |
| Дата завершения проекта                    | 03.06.2020   |
| Прочие ограничения и допущения             | Ограниченный рабочий график научного руководителя и магистранта. |



#### 4.3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок

##### 4.3.1. Разработка календарного плана проекта

В рамках планирования научного проекта построен календарный график проекта, представленный в таблице 4.12.

Приняты следующие сокращения:

НР – научный руководитель, Семёнов М.Е.

И – исполнитель, Хакимова Д.П.

Таблица 4.12 – Календарный план проекта в рабочих днях

| Код работы (ИСР) | Название                                       | Длительность, раб. дни | Дата начала работ | Дата окончания работ | Состав участников |
|------------------|--|------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 1                | Определение целей и задач                      | 4                      | 27.01.2020        | 30.01.2020           | НР, И             |
| 2                | Составление и утверждение технического задания | 8                      | 31.01.2020        | 11.02.2020           | НР, И             |
| 3                | Разработка календарного плана                  | 6                      | 12.02.2020        | 19.02.2020           | НР, И             |
| 4                | Подбор и изучение материалов по теме           | 21                     | 20.02.2020        | 20.03.2020           | И                 |
| 5                | Обсуждение литературы                          | 1                      | 23.03.2020        | 23.03.2020           | НР, И             |
| 6                | Процесс реализации модели                      | 32                     | 24.03.2020        | 08.05.2020           | И                 |
| 7                | Оформление расчетно-пояснительной записки      | 14                     | 11.05.2020        | 28.05.2020           | И                 |
| 8                | Оформление графического материала              | 2                      | 29.05.2020        | 01.06.2020           | НР, И             |
| 9                | Подведение итогов                              | 2                      | 02.06.2020        | 03.06.2020           | НР, И             |
| ИТОГ             |  | 90                     | 27.01.2020        | 03.06.2020           | -                 |

| Календарный план-график выполнения работ |   |         |     |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
|--|---|---------|-----|---|----|------|----|---|--------|----|-----|---|--|
| № п/п                                    | Наименование работы                       | И       | Дни | Продолжительность выполнения работ, дни |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
|  |   |         |     | Февраль                                 |    | Март |    |   | Апрель |    | Май |   |  |
|  |   |         |     | 7                                       | 18 | 4    | 14 | 6 | 18     | 10 | 10  | 6 |  |
| 1  | Определение целей и задач                 | НР<br>И | 4   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 2  | Составление и утверждение ТЗ              | НР<br>И | 8   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 3  | Разработка календарного плана             | НР<br>И | 6   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 4  | Подбор и изучение материалов по теме      | И       | 21  |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 5  | Обсуждение литературы                     | НР<br>И | 1   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 6  | Процесс реализации модели                 | И       | 32  |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 7  | Оформление расчетно-пояснительной записки | И       | 14  |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 8  | Оформление графического материала         | НР<br>И | 2   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |
| 9  | Подведение итогов                         | НР<br>И | 2   |   |    |      |    |   |        |    |     |   |  |

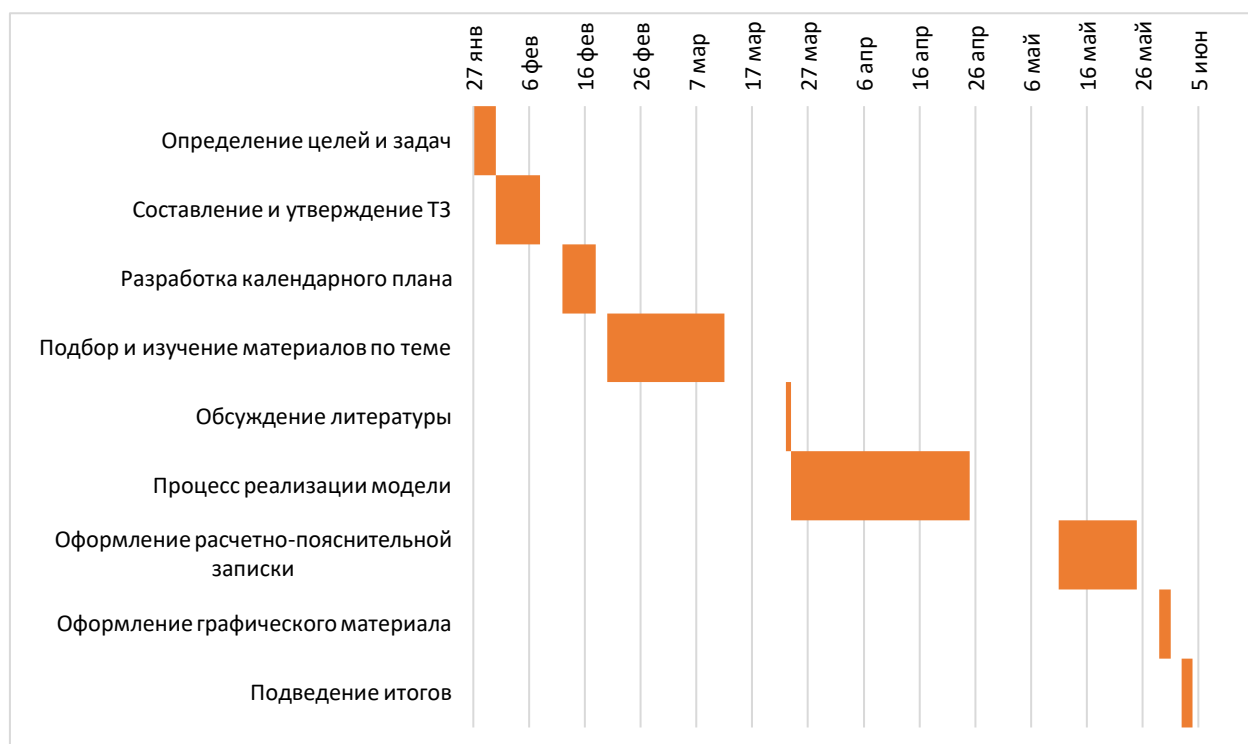
Научный руководитель (НР)



Исполнитель (И)



Таблица 4.13 – Диаграмма Гантта, выполненная в Excel



#### 4.3.2. Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

Целью данного пункта является расчет величины расходов на выполнение проекта. Определение общих затрат производится путем суммирования расходов по следующим статьям:

##### 4.3.2.1. Специальное оборудование для научных (специальных) работ

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме «Применение сетевого анализа к фондовому рынку». Определение стоимости спецоборудования производилось по действующим прейскурантам.

Таблица 4.14 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

| № п/п | Наименование                     | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, руб. |
|-------|----------------------------------|------------|-------------------|----------------------------|
| 1     | Ноутбук Lenovo IdeaPad 320-15IKB | 1          | 35990             | 35990                      |
| 2     | Microsoft Windows 10             | 1          | 8290              | 8290                       |

|       |   |   |      |       |
|-------|---|---|------|-------|
|       | Professional RU<br>x32/x64  |   |      |       |
| 3     | Пакет Microsoft<br>Office 2019<br>Home and<br>Student RU<br>x32/x64 | 1 | 4600 | 4600  |
| 4     | Пакет MatLab<br>Home R2020a   | 1 | 7030 | 7030  |
| 5     | Канцелярские<br>принадлежности                                      | 1 | 300  | 300   |
| Итого |   |   |      | 56210 |

Таким образом, для разработки модели рыночного графа и проведения исследования потребуется 56 210 рублей.

#### 4.3.2.2. Основная заработная плата

В данную статью включена основная заработная плата научного руководителя и магистранта, непосредственно участвующих в выполнении работ по исследуемой теме. Величина расходов по заработной плате определялась исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл.4.15)

Таблица 4.15 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | НР  | И   |
|--|-----|-----|
| Календарное число дней                       | 366 | 366 |
| Количество нерабочих дней:                   |     |     |
| – выходные дни                               | 51  | 51  |
| – праздничные дни                            | 14  | 14  |
| Потери рабочего времени:                     |     |     |
| – отпуск                                     | 52  | 52  |
| – невыходы по болезни                        |     |     |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 249 | 249 |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Руководителем данной научно-исследовательской работы является сотрудник с должностью доцент. Оклад доцента составляет 35 120 рубля. Оклад магистранта – 12 000 рублей.

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$Z_m = Z_b \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 35\,120 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 68\,484 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{68\,484 \cdot 10,4}{249} = 2\,860,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2\,860,4 \cdot 5,5 = 15\,732,2 \text{ руб.}$$

Таблица 4.16 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители  | $Z_b$ , руб | $k_{пр}$ | $k_d$ | $k_p$ | $Z_m$ , руб | $Z_{дн}$ , руб | $T_p$ , дни | $Z_{осн}$ , руб |
|--------------|-------------|----------|-------|-------|-------------|----------------|-------------|-----------------|
| Руководитель | 33 664      | 0,3      | 0,2   | 1,3   | 68 484      | 2 860,4        | 5,5         | 15 732,2        |
| Магистрант   | 12 000      | -        | -     | 1,3   | 15 600      | 651,57         | 90          | 58 641,3        |

#### 4.3.2.3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде. Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12);

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 4.17 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.17 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата                 | Руководитель проекта | Исполнитель проекта |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| Основная зарплата                | 15 732,2             | 58 641,3            |
| Дополнительная зарплата          | 1 887,9              | 7 037               |
| Итого по статье $C_{\text{доп}}$ | 8 924,9              |                     |

#### 4.3.2.4. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды. Отчисления во внебюджетные фонды рассчитывается следующим образом:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

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

Установлен размер страховых взносов равный 30,2%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнители  | Основная ЗП, руб | Доп. ЗП, руб | Сумма отчисления, руб |
|--------------|------------------|--------------|-----------------------|
| Руководитель | 15 732,2         | 1 887,9      | 5 321,3               |
| Магистрант   | 58 641,3         | 7 037        | 19 834,8              |
| Итого        |                  |              | 25 156,1              |

#### 4.3.2.5. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями

При выполнении проекта затраты по данной статье расходов относятся использование Internet исполнителем проекта.

По договору оплата услуги Internet составляет 10 руб./д. Исполнитель проекта выполняет работу в течение 90 дней. Рассчитываем размер контрагентных расходов:

$$C_{\text{КР}} = 10 \cdot 90 = 900 \text{ руб.}$$

#### 4.3.2.6. Накладные расходы

Накладные расходы составляют 30-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта.

Расчет накладных расходов ведётся по следующей формуле:

$$C_{\text{НР}} = k_{\text{НР}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{НР}}$  – коэффициент накладных расходов, 16%.

$$C_{\text{НР}} = 0,16 \cdot (15\,732,2 + 1\,887,9 + 58\,641,3 + 7\,037) = 13\,327,74 \text{ руб.}$$

#### 4.3.2.7. Прочие прямые затраты

В данном пункте рассчитываются затраты на электричество за время работы над проектом. Вычисление производится по следующей формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт, равно приблизительно 700 Вт;

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час;

$C_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт\*час.

Затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием (ноутбук), при среднем времени работы 6 часов в день, т.е. 540 часов за 90 дней, а также (для ТПУ) тариф одного кВт\*час равен 5,8 рублей, получим:

$$C_{\text{накл}} = 0,7 \cdot 540 \cdot 5,8 = 2\,192,4 \text{ руб.}$$



#### 4.3.2.8. Формирование бюджета затрат НИИ

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.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице ниже:

Таблица 4.19 – Калькуляция затрат по статьям

| Наименование статьи                                   | Сумма, руб |
|---|------------|
| 1. Затраты на специальное оборудование                | 56 210     |
| 2. Затраты на основную ЗП                             | 74 373,5   |
| 3. Затраты на дополнительную ЗП                       | 8 924,9    |
| 4. Отчисления на социальные нужды                     | 25 156,1   |
| 5. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями | 900        |
| 6. Накладные расходы                                  | 13 327,74  |
| 7. Прочие прямые затраты                              | 2 192,4    |
| Итого   | 181 084,64 |

#### 4.4. Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где  $I_i^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

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

$a_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$  – го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 4.21.

Таблица 4.21 – Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

| Критерии   | Весовой коэффициент параметра | Исп.1: магистрант | Исп.2: конкурент |
|--|-------------------------------|-------------------|------------------|
| Способствует росту производительности труда пользователя | 0,2                           | 5                 | 4                |
| Возможность применения любым предприятием                | 0,15                          | 3                 | 4                |
| Требует наличия исторических данных                      | 0,25                          | 5                 | 5                |
| Простота применения                                      | 0,15                          | 4                 | 5                |
| Конкурентоспособность (с другими системами)              | 0,25                          | 4                 | 3                |
| Итого  | 1                             | 4,3               | 4,15             |

$$I_{p-исп.1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,3$$

$$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 = 4,15$$

$$I_{max} = 4,3$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{исп.i}^{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}}$$

Таблица 4.22 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели  | Проект магистранта | Проект конкурента |
|-------|---|--------------------|-------------------|
| 1     | Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,8                | 1                 |
| 2     | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,3                | 4,15              |
| 3     | Интегральный показатель эффективности                   | 5,4                | 4,15              |
| 4     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1,25               | 0,96              |

Таким образом, сравнивая значения интегральных показателей эффективности можно сделать следующие выводы:

1. Научный проект требует больше ресурсов для реализации;
2. Научный проект более эффективен чем проект конкурента.

#### Выводы по главе

В ходе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

1. Определены потенциальные потребители результатов исследования – результаты данной работы будут наиболее привлекательны преимущественно для банков, консалтинговых компаний, финансовых холдингов, частных инвесторов.

2. Выявлены сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, а также его возможности и вероятные угрозы при помощи SWOT-анализа:

- Высокое качество получаемых результатов вкупе с высоким спросом на модели фондовых рынков ценных бумаг позволит быстро занять свою нишу на рынке.
- Легко масштабируемая архитектура приложения позволяет быстро и без сложностей внедрять в модель новый функционал.

- Малая распространенность на рынке подобных моделей влечёт высокий спрос на модели рынка со стороны инвесторов.
- Несмотря на то, что используемые алгоритмы имеют высокую прогностическую способность, любой прогноз не дает 100% гарантии на получение достоверных результатов, в связи с этим есть вероятность потери финансовых активов.

4. Определены заинтересованные стороны проекта: профессорско-преподавательский состав кафедры ВММФ отделения экспериментальной физики НИ ТПУ, инвестиционные фонды, брокеры, частные инвесторы. Ограничениями научно-технического исследования являются сроки выполнения. Сформулированы цели и ожидаемые результаты проекта.

5. В ходе планирования научно-исследовательских работ определены структура и перечень работ, выполняемых рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и инженер. Согласно составленному плану работ длительность трудовой занятости сотрудников научно-исследовательского проекта составила 90 дней. На основе временных показателей по каждой из произведенных работ был построен календарный план-график, построенный на основе диаграммы Ганта, по которому можно увидеть, что самые продолжительные по времени работы – это подбор и изучение материалов по теме (21 день) и процесс реализации модели (32 дня).

6. Бюджет научно-технического исследования составил 181084,64 руб. Он состоит из материальных затрат (56210 руб.), затрат на оплаты труда (83298,4 руб.), отчислений во внебюджетные фонды (25156,1 руб.) и накладных расходов (13327,74 руб.).

7. Определен риск возникновения неопределённых событий при выполнении НТИ: риск возникновения неопределённых событий, которые могут повлечь за собой нежелательные эффекты, существует, но вероятность наступления его маловероятна.

## Глава 5. Социальная ответственность

В любой научно-исследовательской и проектной деятельности немаловажную роль занимает такая область как безопасность труда и окружающей среды.

В понятие «социальная ответственность» входит следующее: состояние рабочего места, помещения, режим трудовой деятельности и обеспечение мероприятий по защите трудящихся в моменты чрезвычайных ситуаций регламентируются в соответствии с международным стандартом ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». Целью данного стандарта является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи на производстве и снижение негативных воздействий на окружающую среду.

Согласно данному стандарту такое понятие, как «социальная ответственность», означает ответственность организации за воздействие решений, которые были ею предложены, на общество и окружающую среду.

Научно-исследовательский проект представляет собой разработку программного продукта и предполагает большой объем работы с ПК, поэтому важным критерием безопасности является организация рабочего места и режима трудовой деятельности. Цель работы заключается в том, чтобы исследовать возможность применения альтернативной меры близости между акциями для построения графа фондового рынка. Изучение характеристик этой модели позволит оценить состояние рынка, получить компактное и точное описание протекающих на нем процессов и может помочь инвестору при принятии решения.

### 5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

#### 5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Выпускная квалификационная работа студента выполнялась в десятом корпусе ТПУ на кафедре информационных систем и технологий. Рабочее место находится на четвертом этаже здания и представляет собой комнату длиной – 9 м., шириной – 5 м. и высотой – 3 м. Естественное освещение кабинета осуществляется посредством двумя окнами размерами 2,2 м. x 1,5 м. Дверь – деревянная одностворчатая, белого цвета. Высота двери – 2 м., ширина – 1 м. Стены комнаты окрашены водоэмульсионной краской бежевого цвета. Потолок подвесной, плиточный. Пол покрыт линолеумом. Площадь кабинета составляет 45 м<sup>2</sup>, объем – 135 м<sup>3</sup>. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [23], норма площади рабочего места с персональным компьютером составляет 4,5 м<sup>2</sup>. В рассматриваемой аудитории установлено 10 рабочих мест с персональными компьютерами и жидкокристаллическими экранами. Соответственно, на одного человека приходится 4,5 м<sup>2</sup>, что соответствует вышеуказанным требованиям.

#### 5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: - ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; - поверхность сиденья с закругленным передним краем; - регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.; - высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм; - угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов; - регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм; - стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм; - регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм. Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до  $20^\circ$ . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

Выполняя планировку рабочего места, необходимо учитывать следующее:



1. Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;

2. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки, и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики;

3. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ;

4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;

5. Стул не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего места. Рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм.

## 5.2. Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные как для рабочей зоны программиста, как разработчика рассматриваемой в данной работе системы, так и для рабочей зоны пользователя готового продукта – аналитика-оператора ПЭВМ. Выявленные факторы представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. – Возможные опасные и вредные факторы

| № | Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)  | Этапы работы |              |              | Нормативные документы   |
|---|--|--------------|--------------|--------------|---|
|   |  | Разработка   | Изготовление | эксплуатация |   |
| 1 | Отклонение показателей микроклимата  | +            | +            | +            | СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; СП 52.13330.2011 Защита от шума. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. |
| 2 | Повышенный уровень электромагнитных излучений  | +            | +            | +            |   |
| 3 | Недостаточная освещенность рабочей зоны  |              | +            | +            |   |
| 4 | Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека |              | +            | +            |   |

### 5.2.1. Анализ выявленных вредных факторов

#### **Отклонение показателей микроклимата**

Данный фактор является вредным производственным фактором и является фактором микроклимата рабочей среды, параметры которого регулируются СанПиН 2.2.4.548-96. Он больше характерен для рабочей среды программиста-разработчика системы.

В производственных помещениях для работы с ПЭВМ происходит постоянное выделение тепла самой вычислительной техникой, вспомогательными приборами и средствами освещения. Поскольку оператор расположен в непосредственной близости с источниками выделения тепла, то данный фактор является одним из важнейших вредных факторов производственной среды оператора ПЭВМ, а высокая температура воздуха способствует быстрому перегреву организма и быстрой утомляемости.

Влажность оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Так, например, высокие показатели относительной влажности (более 85 %) затрудняют терморегуляцию, снижая возможность испарения пота, низкие показатели влажности (менее 20 %) вызывают пересыхание слизистых оболочек человека.

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые значения величин показателей микроклимата рабочих мест для различных категорий работ в теплый и холодный периоды года. Для программиста или оператора ПЭВМ категория работ является лёгкой (1а), т.к. работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Оптимальные параметры микроклимата в офисных помещениях приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оптимальные параметры микроклимата производственных помещений оператора ПЭВМ

| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | 20-24                   | 21-25                        | 60-40                      | 0,1                            |
| Теплый      | 23-25                   | 22-26                        | 60-40                      | 0,1                            |

Анализируя таблицу 5.2, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

### **Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Уровень электромагнитных излучений на рабочем месте оператора ПЭВМ является вредным фактором производственной среды, величины параметров которого определяются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Основными источниками электромагнитных излучений в помещениях для работы операторов ПЭВМ являются дисплеи компьютеров и мобильных устройств, сеть электропроводки, системный блок, устройства бесперебойного питания, блоки питания.

Излучения, применительно к дисплеям современных ПЭВМ, можно разделить на следующие классы:

- переменные электрические поля (5 Гц – 400 кГц);
- переменные магнитные поля (5 Гц – 400 кГц).

Воздействие данных излучений на организм человека носит необратимый характер и зависит от напряженности полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения нервной системы, кровеносной сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и половой системы [24]. В таблице 5.3 приведены допустимые уровни параметров электромагнитных полей.

Таблица 5.3 – Временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [25]

|   | Наименование параметров            | Допустимые значения |
|---|------------------------------------|---------------------|
| Напряженность электрического поля                 | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц    | 25 В/м              |
|   | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м             |
| Плотность магнитного потока                       | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц    | 250 нТл             |
|   | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл              |
| Электростатический потенциал экрана видеомонитора |                                    | 15 кВ/м             |

Анализируя таблицу 5.3 можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении допустимые уровни электромагнитных полей соответствуют нормам СанПиН.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Свет является естественным условием жизни человека. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение: искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина

помещения  $a = 6$  м, ширина  $b = 4$  м, высота  $H = 2,8$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 0,75$  м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1 – 1,3.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен  $\Phi_{\text{ЛД}} = 2300$  Лм. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-30. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 925 мм, ширина – 265 мм. На первом этапе определим значение индекса освещенности  $i$ .

$$i = \frac{S}{(a + b) \cdot h'}$$

где  $S$  – площадь помещения;

$h$  – расчетная высота подвеса светильника, м;

$a$  и  $b$  – длина и ширина помещения, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью  $h$

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55,$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности, м;

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

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности  $i$  равен

$$i = \frac{S}{(a + b) \cdot h} = \frac{24}{(4 + 6) \cdot 1,55} = 1,5$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,6} = 2,5 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,6} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12 \text{ м}$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 24$ .

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен на рисунке 1.

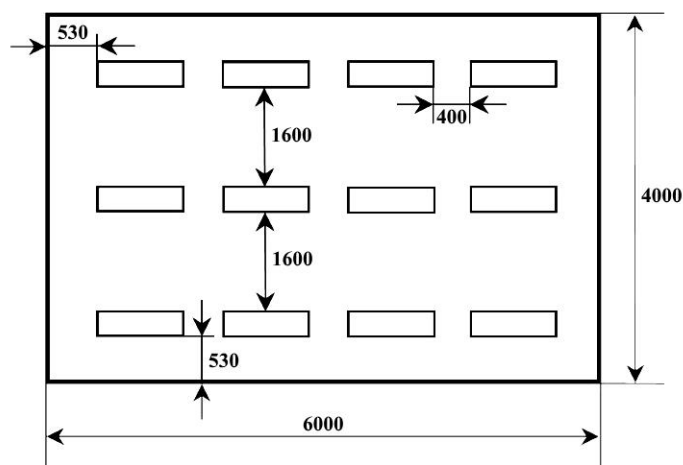


Рис. 5.1. План размещения светильников с люминесцентными лампами (размеры указаны в мм)

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

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

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ .

Для люминесцентных ламп он равен 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, поэтому коэффициент запаса  $K_3 = 1,5$ ; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка  $\rho_n = 70\%$ ; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен  $\rho_c = 50\%$ . Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_n = 70\%$ ,  $\rho_c = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,5$  равен  $\eta = 0,47$ .

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600 лк.

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{600 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,47} = 2106 \text{ Лм}$$



Для люминесцентных ламп с мощностью 40 Вт и напряжением сети 220 В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Подставляя данные, получим:

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

$$-10\% \leq 8,43\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

### **Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор ПЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.038-82 ССБТ.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая

температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование.

#### 5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Для поддержания нормальных значений параметров микроклимата на рабочих местах рекомендуется оснащать их системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Также, в некоторых случаях, целесообразно обеспечить питьевое водоснабжение. В помещениях для работы с ПЭВМ должна производиться ежедневная влажная уборка, а также систематическое проветривание после каждого часа работы [26].

Для защиты операторов ПЭВМ от негативного воздействия электромагнитных полей в первую очередь необходимо, чтобы используемая техника удовлетворяла нормам и правилам сертификации. При работе с ПЭВМ установлены регламентированные перерывы, а также иногда предусмотрено использование экранов и фильтров в целях защиты оператора [27].

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования

работ с использованием ПЭВМ и без него. В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с компьютером (работа программиста-разработчика) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях [28].

### 5.3. Экологическая безопасность

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта, а также самого продукта в результате его реализации на производстве.

Разработка программного обеспечения и работа за ПЭВМ не являются экологически опасными работами, потому объект, на котором производилась разработка продукта, а также объекты, на которых будет производиться его использование операторами ПЭВМ относятся к предприятиям пятого класса, размер селитебной зоны для которых равен 50 м [27].

Программный продукт, разработанный непосредственно в ходе выполнения магистерской диссертации, не наносит вреда окружающей среде.

Средства, необходимые для разработки и эксплуатации программного комплекса могут наносить вред окружающей среде. При рассмотрении влияния процесса утилизации персонального компьютера были выявлены особо вредные выбросы согласно ГОСТ Р 51768-2001 [29]. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих. Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-

опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и вести паспорт для данного вида отходов. В настоящее время в Томской области утилизацией занимаются две компании: городской полигон и ООО НПП «Экотом». Утилизацией опасных бытовых отходов занимаются компании: ООО «Торем», ООО «СибМеталлГрупп».

#### 5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В рабочей среде оператора ПЭВМ возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

- пожары и взрывы в зданиях и на коммуникациях;
- внезапное обрушение зданий.

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные ПЭВМ, чрезвычайной ситуацией является пожар.

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Помещение для работы операторов ПЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к

категории Д (из 5-ти категорий А, Б, В1-В4, Г, Д), т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии [30].

Каждый сотрудник организации должен быть ознакомлен с инструкцией по пожарной безопасности, пройти инструктаж по технике безопасности и строго соблюдать его.

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией.

Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях по окончании рабочего времени должны быть обесточены (вилки должны быть вынуты из розеток). Под напряжением должны оставаться дежурное освещение и пожарная сигнализация. Недопустимо хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, использование открытого огня в помещениях офиса.

Перед уходом из служебного помещения работник обязан провести его осмотр, закрыть окна, и убедиться в том, что в помещении отсутствуют источники возможного возгорания, все электроприборы отключены и выключено освещение. С периодичностью не реже одного раза в три года необходимо проводить замеры сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования.

Повышение устойчивости достигается за счет проведения соответствующих организационно-технических мероприятий, подготовки персонала к работе в ЧС [31].

Для тушения пожара применять ручные углекислотные огнетушители (типа ОУ-2, ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода. Они предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, за

исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители должны постоянно содержаться в исправном состоянии и быть готовыми к действию. Категорически запрещается тушить возгорания в помещениях офиса при помощи химических пенных огнетушителей (типа ОХП-10).

#### Выводы по главе

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана магистерская диссертация, 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.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность помещения не представляет опасности окружающей среде.

Важно добавить, что монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при продолжительной непрерывной работе и приводит к снижению работоспособности. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

## Заключение

В данной магистерской диссертации была изучена возможность применения модернизированной меры близости для построения сетевых моделей рынка акций.

В ходе работы были реализованы алгоритмы, позволяющие строить сетевые модели рынков, как с новой мерой близости, так и с корреляциями Пирсона, и вычислять их структурные характеристики.

В качестве модельных данных были выбраны данные по рынкам стран БРИКС с 2015 по 2020 гг. Для изучения моделей в динамике, данный временной отрезок был разбит на 5 последовательных периодов. Для каждого из периодов с помощью написанных алгоритмов были построены модели рынка и произведен расчет их характеристик. В общей сложности проанализировано 2945 временных рядов.

Основываясь на полученных результатах, можно сделать следующие выводы:

1. Сетевая модель рынка акций в виде взвешенного графа, в которой вершинами являются тикеры акций, а веса ребер соответствуют мере близости, позволяет проводить анализ рынка для выявления связанных групп акций. Эта модель может использоваться для оценки возможностей по формированию диверсифицированного портфеля и управления рисками, однако не включает информацию об общей доходности подобного портфеля.

2. Разработанная мера близости позволила отказаться от использования в качестве меры критерия Пирсона. Основные преимущества новой меры близости: наличие экономической интерпретации, учет реальной доходности на основании анализа инфляции. Анализ показал, что подобная мера позволяет выявить группы связанных акций, имеющих при этом низкое либо даже отрицательное значение критерия Пирсона. Это позволяет использовать

новую меру близости и модель на его основе в качестве инструмента для оценки возможностей по получению дохода на рынках ценных бумаг.

3. Преимущества сетевой модели над биржевым индексом также очевидны. В отличие от индекса, новая модель рынка позволяет оценивать не только общую тенденцию изменения стоимости акций на рынке, но и выделять кластеры – группы акций, имеющие близкое ценовое поведение на рынке. Это позволяет более эффективно формировать портфели акций.

4. Отмечено, что сетевая модель с использованием разработанной меры близости, имеет свойство степенного закона. Свойство степенного закона присуще многим сетевым моделям природных явлений, что косвенно подтверждает корректность использования подобной меры близости.

5. Сравнительный анализ рынков стран БРИКС позволяет сделать вывод, что наименьшей связностью обладает рынок России. Большие колебания таких характеристик, как плотность ребер и коэффициент кластеризации говорят о том, что российский рынок является достаточно нестабильным. Остальные рынки группы имеют близкую степень связности.



## Список публикаций студента

1. Хакимова, Д.П. Прогнозирование временных рядов (на примере курса валюты) с помощью метода SSA / Д.П. Хакимова // Точная наука. – 2020. -№77. – С.12-17. URL: <https://idpluton.ru/wp-content/uploads/tv77.pdf>

## Список использованных источников

1. Mantegna, R.N. Hierarchical structure in financial markets / R.N. Mantegna // The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems. – 1999. – Vol. 11. – P. 193-197.
2. Визгунов А. Н., Трифонов Ю. В. Применение модели графа доходностей для анализа фондового рынка // Вестник ННГУ. 2013. №6-1.
3. Jallo D., Budai D., Boginski V., Goldengorin B., Pardalos P.M. Network-Based Representation of Stock Market Dynamics: An Application to American and Swedish Stock Markets. In Models, Algorithms, and Technologies for Network Analysis (Goldengorin B; Kalyagin V., Pardalos P. Editors.), Springer Proceedings in Mathematics & Statistics. 2012. V. 32. P. 91–98.
4. Huang W-Q, Zhuang X-T, Shuang Y. A network analysis of the Chinese stock market. Physica A, 2009. 388. P. 2956–2964.
5. Vizgunov A. et al. Network approach for the Russian stock market //Computational Management Science. – 2014. – Т. 11. – №. 1-2. – С. 45-55.
6. Визгунов А.Н. Исследование процесса глобализации на фондовом рынке России с использованием теории графов. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2013. № 1. С. 119–125.
7. Гольцева А. Ю. Исследование рыночного графа российского фондового рынка в контексте структурной динамики //Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2014. – №. 17.
8. Bautin, G.A. Simple measure of similarity for the market graph construction / G.A. Bautin, V.A. Kalyagin, A.P. Koldanov, P.A. Koldanov, P.M. Pardalos //2013.
9. Дзилихов Н.С. ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ БРИКС// Вестник Российского нового университета. Серия «Человек и общество». 2020. № 1. С. 14–18.
10. Йоханнесбургская декларация Десятого саммита БРИКС [Электронный ресурс]. – URL: <http://nkibrics.ru/posts/show/5c48725b6272697aca7d0000>
11. МВФ «Перспективы развития мировой экономики», октябрь 2019 года, <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/WEO/2019/October/Russian/textr.ashx> (Дата обращения 22.04.2020 г.).
12. Каратаев С. В. Рейтинговое агентство БРИКС: миф или насущная необходимость? // Проблемы национальной стратегии. – 2015. – № 2 (29). – С. 164 -188.

13. Официальный сайт Нового банка развития БРИКС.  
[URL:https://www.ndb.int](https://www.ndb.int)
14. Помаскина О.В., Тенденции развития финансовых рынков стран БРИКС// Инновационное развитие экономики, № 5 (53) – 2019 С. 192-201.
15. Мировые индексы. [Электронный ресурс].  
[URL:https://www.finam.ru/profile/mirovye-indeksy/bovespa/compare/?market=6#5-years\\_22837](https://www.finam.ru/profile/mirovye-indeksy/bovespa/compare/?market=6#5-years_22837) (дата обращения 22.04.19).
16. Официальный сайт Московской биржи. URL:www.moex.com.
17. Официальный сайт СМИ "Новый день". URL:  
<https://newdaynews.ru/politics/688168.html> (дата обращения 22.04.2020).
18. Индексы. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.investing.com/indices/ftse-jse-top-40-chart> (дата обращения 22.04.20).
19. Потемкин В.Г. Вычисления в среде MATLAB/ В.Г. Потемкин — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004. — 720 с.
20. Кондрашев В.Е. MATLAB как система программирования научно-технических расчетов/ В.Е. Кондрашев, С.В. Королев — М.: Мир, Институт стратегической стабильности минатома РФ, 2002. — 350 с.
21. Boginski, V. Statistical analysis of financial networks / V. Boginski, S. Butenko, P. M. Pardalos // Computational statistics & data analysis. – 2005. – Vol. 48. – №. 2. – С. 431-443.
22. Boginski, V. Mining market data: a network approach / V. Boginski, S. Butenko, P. M. Pardalos // Computers & Operations Research. – 2006. – Vol. 33. – P. 3171-3184.
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 54 с.;
24. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация // Библиотека ГОСТов. 2020. URL: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml> (дата обращения: 01.05.2020).
25. Ефремова О. С. Требования охраны труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 176 с.
26. Гинзберг Л. А., Барсукова П. И. Пожарная безопасность конструктивных решений проектируемых и реконструируемых зданий: учебное пособие. – 2015.

27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов // Библиотека ГОСТов и нормативов.2020. URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/11/11774](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/11/11774) (дата обращения: 03.05.2020).
28. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 680 с.
29. ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования. – М: Издательство стандартов, 2001. - 13 с.
30. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032102> (дата обращения: 03.05.2020)
31. Ефремова О. С. Требования охраны труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах. – М.: Альфа-Пресс, 2008. – 17 с.
32. Официальный сайт компании "Финам" URL: <http://www.finam.ru/analysis/export/default.asp> (дата обращения 22.04.2020 г.).

**Приложение А**  
(справочное)

**Applying Network Analysis to the Stock Market of BRICS Countries**

Студент

| Группа | ФИО                            | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 0BM81  | Хакимова Джамиля Пазлиддиновна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Семенов М.Е. | к.ф.-м.н., доцент         |         |      |

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

| Должность             | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Южакова М.А. |                           |         |      |

## **1. Literary review**

### **1.1. Network approach to stock market analysis**

One of the main directions of modern financial science is the analysis of stock markets, aimed at revealing different regularities in them during the periods of growth and crisis.

The use of graphical representation of the stock market allows to offer additional characteristics, which in combination with the value of index change in a compact form characterize the market and can help to make an informed decision on investment.

For the first time R. Mantegna applied a network approach to securities market analysis [1]. He suggested using a correlation matrix to calculate the "distances" between pairs of shares, and then selecting those that meet the minimum core tree criterion. In the resulting tree, the "distances" between stocks are represented by ribs and the nodes by securities. Subsequently, many authors have investigated similar and invented new network models of the stock market.

Such scientific researchers as A.N. Vizgunov and Yu.V. Trifonov have studied the application of the network approach to stock markets [2]. They built a stock market network based on Pearson's pair correlation coefficients between the yields of the securities under consideration. The obtained matrix was considered as the adjacency matrix of the weighted graph. In order to obtain compact characteristics of the graph based on additional data of the model, the authors chose the threshold, which was used for transition to the unweighted graph. Only those ribs that weigh more than the selected threshold remain in the unweighted column. The method under consideration has become widespread. In particular, with the use of this methodology were analyzed and obtained meaningful results for the stock markets of various countries – Sweden [3], China [4], Russia [5], considered the impact of globalization on the stock market of Russia. A number of modifications to the technique have also been proposed, particularly the use of other proximity measures.

A.Yu. Goltseva used the method of market graph construction for analysis of the Russian stock market from the point of view of structural dynamics. The elements of graph theory were applied to modeling of securities market behavior. As a measure of closeness of returns on securities the author used the correlation coefficient between two securities.

A common feature of all the models mentioned above is the use of Pearson correlation coefficients as a measure of proximity between stocks. This is the most natural approach, but despite its popularity, it has a number of disadvantages. Therefore, in some cases it is necessary to use another measure. An alternative proximity measure, referred to as the sign correlation, was later proposed. This measure is based on the probability of matching the sign of share yields [6]. The authors have shown that symbolic correlations have a simple, clear interpretation, and in some cases allow for more meaningful results.

## **2. Methodology**

### **2.1. Integration of BRICS countries**

An informal group of States, comprising Brazil, Russia, India, China and South Africa - BRICS - was chosen as the object of the simulation. Although the integration of this group of countries is new, it is characterized by rapid and unconventional development. BRICS is currently one of the major players in the political and economic arenas. BRICS is primarily a bloc of emerging economies, all of which are large states and major players in their regions. One of the key advantages of each BRICS participant is the presence of significant volumes of unique or significant natural resources on their territory.

The BRICS countries are given a significant role in the world economy. This is primarily due to the high rate of GDP growth per capita (Fig.1).

BRICS nominal GDP was about 32.6% of the world total. Detailed information on shares of aggregated GDP, exports of goods and services and population as a percentage of the world total is presented in the table below.

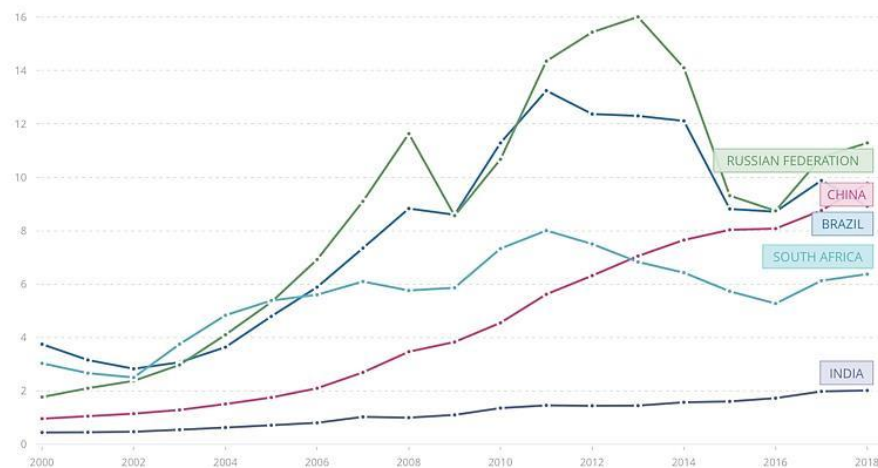


Fig. 1 – Dynamics of GDP per capita in the BRICS countries in 2000-2018

Table 1 – BRICS countries classification by shares in aggregated GDP. Exports of goods and services and population, 2018 (as a percentage of the world total)

| State                  | GDP         | Export of goods and services | Population  |
|------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| China                  | 18,7        | 10,7                         | 18,7        |
| India                  | 7,7         | 2,2                          | 17,9        |
| Russia                 | 3,1         | 2,0                          | 2,0         |
| Brazil                 | 2,5         | 1,1                          | 2,8         |
| South African Republic | 0,6         | 0,4                          | 0,8         |
| <b>Totally</b>         | <b>32,6</b> | <b>16,4</b>                  | <b>42,2</b> |

## 2.2. New BRICS Development Bank

BRICS countries find new ways to strengthen their position in the world market year after year. We would like to note the following significant steps:

1. Creation of the BRICS Exchange Alliance in 2011;
2. The BRICS Business Council was launched in 2013 with the task of identifying and formulating recommendations to resolve the problems that hinder the growth of economic, investment, trade and business relations between the BRICS countries;
3. New financial institutions were established in 2015: the new BRICS Development Bank and a pool of foreign exchange reserves;



4. In 2016, the countries agreed to create the BRICS rating Agency, which is an additional opportunity to implement the principles laid down in the main program documents of the union;
5. In 2019, the BRICS countries developed a project of a new international payment system - a single payment system BRICS Pay for 5 countries;

Let us note the step of creating a development bank. The new BRICS Development Bank is an international organization established under a contract between BRICS countries. The main objective is to mobilize joint resources for infrastructure projects. Expected results - sustainable development of the BRICS countries. The table 2 summarizes the SWOT analysis information. This type of analysis is conducted to assess the development prospects of the organization and takes into account the impact of internal and external factors.

Table 2 – SWOT – analysis of New BRICS Development Bank

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specialization in financing projects relevant in the present and future: infrastructure, renewable energy, ecology</li> <li>• Aspiration to implement flexible financial policy, to react quickly to changing conditions of the international financial market functioning</li> <li>• Innovative financial instruments</li> <li>• Provision of loans in the currency of BRICS countries</li> <li>• Democratic principles of governance, most decisions are made on the basis of a simple majority, no one has the right of veto.</li> </ul> | <p style="text-align: center;"><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Short period of practical work NDB (less than 5 years)</li> <li>• Insufficient mechanism for cooperation with BRICS regulatory authorities in the area of funded projects</li> <li>• Insufficient differentiation of project financing sources</li> <li>• Insufficient number of staff meeting the bank's innovation requirements</li> </ul> |
| <p style="text-align: center;"><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strengthening the political interaction of the BRICS countries on the world stage</li> </ul>  | <p style="text-align: center;"><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Different priorities in the economic policies of the BRICS countries</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Globalization of the world economy</li> <li>• Accelerating the Development of the International Financial Market</li> <li>• Increasing share of BRICS countries in world GDP</li> <li>• Growing share of BRICS countries in world exports</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• The growth of protectionism in international economic relations</li> <li>• Bureaucracy in the BRICS countries</li> <li>• Hypertrophic development of the international derivatives market, increasing instability of the world financial market</li> </ul> |
|---|---|

On the basis of SWOT - analysis of New BRICS Development Bank we can conclude that positive internal and external factors prevail over negative ones, which makes it possible to implement the "offensive" scenario and, in the long run, to win a leading position in the international financial market as an investment bank «emerging market».

**2.3. The BRIC countries stock markets**

The stock markets of the BRICS countries are emerging markets. Today, even after the beginning of the COVID-19 pandemic, the Brazilian stock index Bovespa (BVSP) is the main stock market indicator for Latin America (fig.2). This indicator showed stable growth for 3.5 years by the end of 2019: from February 2016 to September 2019 Bovespa index grew by 220%. Then there was almost a double decline caused by the onset of the pandemic, which stopped at 110% and over the last month shows an increase to 140%.



Fig. 2 – Dynamics of the stock market in Brazil and China for 5 years

Trading in China are held on two stock exchanges: Shanghai and Shenzhen. At the same time, the CSI 300 index of the Chinese market is notable for the fact that it is calculated on the basis of the 300 most liquid stocks. In the period from November 2014 to June 2015, the Chinese stock market experienced an extremely rapid growth, the CSI 300 index more than doubled, followed by a sharp fall. Analysts note that the reason for this market collapse is due to the participation of many private investors who invest in stocks. When the rate of investment growth exceeded the rate of economic growth and profit of companies, the "stock bubble" was destroyed. The recovery of the Chinese stock market began only in 2016 (Fig. 2), over the last 4 years the market has grown by less than 50% (relative to the level of 2016). It should be noted that the impact of the pandemic in early 2020 had almost no effect on the China's stock market.

The dynamics of the BSE Sensex stock index (India) indicates the stability of the Indian economy. In 2018, India overtook China in terms of growth (Fig.3). As a result, it became the fastest growing in the world. By the end of 2019, the index had grown one and a half times in almost five years, but as a result of the economic crisis in early 2020 caused by the pandemic, the index had fallen to 2015 levels.



Fig 3 – Dynamics of the stock market in Russia and India for 5 years

The Russian securities market (characterized by the RTS index) in the current conditions of internationalization and globalization is developing at a pace close to the global trends of the world stock market (Fig. 3). The Moscow Exchange, the largest exchange in Russia in terms of trading volume and number of clients, was

formed as a result of the merger of the MICEX exchange with the RTS exchange in 2011. Since the beginning of 2017, the index has grown one and a half times during 3 years. In early 2020, the global crisis amidst the pandemic led to a decline in growth and a decline in the index to 2017 levels.

In the reviewed period of time the Russian stock market was negatively affected by: sanctions against the Russian Federation, unstable geopolitical situation, capital outflow of foreign investors. Despite this, and thanks to positive factors (rising oil prices), the index rose up to 150% before the pandemic. Energy and banking companies became growth leaders (on rising prices of industry stocks) in 2019.

In March 2020, Russia submitted to the UN General Assembly an initiative to adopt the Declaration of the UN General Assembly on Solidarity in the Fight against Coronavirus. States are invited to cooperate to develop ways to combat the spread and treatment of the disease, to assist the most affected States, especially developing countries, to abandon trade wars. Despite the general downturn in the world economy since the beginning of the pandemic, at the UN General Assembly five countries blocked the Declaration on Solidarity in the fight against Coronavirus, which was authored by Russia and 28 states.

The South African stock market (Fig. 4) has been stable over the last five years. At the same time, there have been neither significant ups nor significant downs. Local rises for 10% in the middle of 2018 and 2019 were leveled by declines at the end of 2018 and at the beginning of 2020.



Fig. 4 – Dynamics of the stock market in South African for 5 years

According to the behavior of the main indices of the BRICS countries' funds, it can be concluded that this segment of the international financial market has a tendency to strengthen cooperation between the countries of the alliance.

Thus, the creation of network models of stock markets of BRIC countries is an urgent task and will allow to carry out research of similarity of financial markets data not only by global indices, but also by internal structure.

#### **2.4. Description of initial model data**

Data on stocks of China, India, Brazil and South Africa were obtained from the financial information provider of the service "Yahoo! Finance". To organize the quotes history download in the automatic mode, a program for generation of HTTP requests in the internal MATLAB programming language was written.

To create a network model of each market, ordinary and preferred stocks of the companies operating at the time of request were selected as the main type of securities. Other securities were not considered. A limited set of shares was considered - TOP-200 list for each exchange. Since it is the TOP shares that determine the main part of the exchange turnover and make up the largest share of assets, such limitation of considering the number of shares is correct.

A brief description of the initial data for the simulation is summarized in Table 3.

Table 3 – General parameters of the source data

| State  | Exchange                         | Currency       | Number of securities |
|--------|----------------------------------|----------------|----------------------|
| Brazil | Sao Paulo Stock Exchange         | Brazilian real | 80                   |
| Russia | Moscow Exchange                  | Russian rouble | 200                  |
| India  | Bombay Stock Exchange            | Indian rupee   | 100                  |
|        | National Stock Exchange of India | Indian rupee   |                      |
| China  | Shanghai Stock Exchange          | Chinese yuan   | 200                  |

|               |                             |                    |    |
|---------------|-----------------------------|--------------------|----|
|               | Shenzhen Stock Exchange     | Chinese yuan       |    |
| South African | Johannesburg Stock Exchange | South African rand | 40 |

The securities used to build models are traded on seven stock exchanges: one exchange each for Brazil, South Africa and Russia, and two exchanges each for India and China. It was decided to consider shares from different stock exchanges within the same country together, without dividing them by affiliation to the trading floor.

Storage of data on quotes history is implemented using MATLAB tools. The database is filled after downloading data from the corresponding servers.

Information about the level of monthly inflation is used for the analysis. This information for the period from April 2015 to April 2020 is downloaded from <https://take-profit.org/>.

Note that the original quotation data was loaded at a weekly closing interval. Inflation data are available only in terms of months, so comparisons were made between income and monthly inflation.

## Приложение Б

### Листинг программы загрузки данных по ценам акций

```
%% программа для загрузки данных, формирования базы
clear all % очистить память
close all % закрыть окна
%% указатель страны
% 'BR', 'RU', 'IN', 'CH', 'SU'
count='BR'

% загружаем список тикеров акций
[~, ~, symbols] = xlsread('tiks.xlsx',count);

% задаем даты начала и окончания данных для запроса
initDate = datetime(2015,04,20);
finDate = datetime(2020,04,20);

% организуем запрос цен на акции с периодичностью в неделю
for k = 1:length(symbols)
    data = getMarketDataViaYahoo(symbols{k}, initDate,finDate,'1wk');
    ts(k) = timeseries(data.Close, datestr(data(:,1).Date));
    tsout = resample(ts(k),ts(1).Time);
    MATR_data(:,k) = tsout.Data;
end

MATR_data(isnan(MATR_data)) = 0; %исключение NaN

% Разделение данных по 5 группам
A=MATR_data;
MATR_data=[];
MATR_data{1}=A(1:53,:);
MATR_data{2}=A(54:105,:);
MATR_data{3}=A(106:157,:);
MATR_data{4}=A(158:209,:);
MATR_data{5}=A(210:260,:);

save([count,'data.mat'],'MATR_data')
```

## Приложение В

### Листинг функции организации запроса и приема данных с сервера

#### Yahoo

```
function data = getMarketDataViaYahoo(symbol, startdate, enddate, interval)
    % Downloads market data from Yahoo Finance for a specified symbol and
    % time range.
    %
    % INPUT:
    % symbol - is a ticker symbol i.e. 'AMD', 'BTC-USD'
    % startdate - the date from which the market data will be requested
    % enddate - the market data will be requested till this date
    % interval - the market data will be returned in this intervals
    % supported intervals are '1d', '5d', '1wk', '1mo', '3mo'
    %
    % OUTPUT:
    % data - is a retrieved dataset returned as a table
    %
    % Example:
    % data = getMarketDataViaYahoo('AMD', '1-Jan-2018', datetime('today'), '5d');
    %
    % Author: Artem Lenskiy, PhD
    % Version: 0.932
    %
    % Special thanks to Patryk Dwyrznik (https://github.com/dworznik) for
    % a hint on JavaScript processing.
    %
    % Alternative approach is given here
    % https://stackoverflow.com/questions/50813539/user-agent-cookie-
workaround-to-web-scraping-in-matlab
    %
    % Another approach taken form WFAToolbox is to send a post request as
    % follows:
    % urlread(url, 'post', {'matlabstockdata@yahoo.com', 'historical stocks'})

    if(nargin() == 1)
        startdate = posixtime(datetime('1-Jan-2018'));
        enddate = posixtime(datetime()); % now
        interval = '1d';
    elseif (nargin() == 2)
        startdate = posixtime(datetime(startdate));
        enddate = posixtime(datetime()); % now
        interval = '1d';
    elseif (nargin() == 3)
```



```

    startdate = posixtime(datetime(startdate));
    enddate = posixtime(datetime(enddate));
    interval = '1d';
elseif nargin() == 4)
    startdate = posixtime(datetime(startdate));
    enddate = posixtime(datetime(enddate));
else
    error('At least one parameter is required. Specify ticker symbol.');
```

data = [];

```

    return;
end

%% Construct an URL to obtain the crumb value that is linked to the session
cookie.
% It could be important to request data for the same range, however to
% save bandwidth and time, request data for one day.
uri = matlab.net.URI(['https://finance.yahoo.com/quote/', upper(symbol),
'/history'],...
    'period1', num2str(uint64(posixtime(datetime()))), '%.10g'),...
    'period2', num2str(uint64(posixtime(datetime()))), '%.10g'),...
    'interval', interval,...
    'filter', 'history',...
    'frequency', interval,...
    'guccounter', 1);

options = matlab.net.http.HTTPOptions('ConnectTimeout', 20,
'DecodeResponse', 1, 'Authenticate', 0, 'ConvertResponse', 0);
%% Extract the crumb value
% The idea is taken from here:
% http://blog.bradlucas.com/posts/2017-06-02-new-yahoo-finance-quote-
download-url/
% The while loop is used to make sure that generated crumb value does
% not contain '\', since requestObj.send does not correctly send URLs
% with slash
crumb = "";
while(contains(crumb, '\'))
    requestObj = matlab.net.http.RequestMessage();
    [response, ~, ~] = requestObj.send(uri, options);
    ind = regexp(response.Body.Data, "'CrumbStore':{ 'crumb':\"(.*)\"}");
    if isempty(ind)
        error(['Possibly ', symbol, ' is not found']);
    end
    crumb = response.Body.Data.extractBetween(ind(1)+23, ind(1)+33);
end
end
```

```

%% Find the session cookie
% The idea is taken from here:
% https://stackoverflow.com/questions/40090191/sending-session-cookie-with-each-subsequent-http-request-in-matlab?rq=1

% It is important:
% (1) to add session cookie that matches crumb values;
% (2) specify UserAgent

setCookieFields = response.getFields('Set-Cookie');
setContentFields = response.getFields('Content-Type');
if ~isempty(setCookieFields)
    cookieInfos = setCookieFields.convert(uri);
    contentInfos = setContentFields.convert();
    requestObj =
requestObj.addFields(matlab.net.http.field.CookieField([cookieInfos.Cookie]));
    requestObj =
requestObj.addFields(matlab.net.http.field.ContentTypeField(contentInfos));
    requestObj = requestObj.addFields(matlab.net.http.field.GenericField('User-
Agent', 'Mozilla/5.0'));
else
    disp('Check ticker symbol and that Yahoo provides data for it');
    data = [];
    return;
end

%% Send a request for data
% Construct an URL for the specific data
uri = matlab.net.URI(['https://query1.finance.yahoo.com/v7/finance/download/',
upper(symbol) ],...
    'period1', num2str(uint64(startdate), '%.10g'),...
    'period2', num2str(uint64(enddate), '%.10g'),...
    'interval', interval,...
    'events', 'history',...
    'crumb', crumb,...
    'literal');

options = matlab.net.http.HTTPOptions('ConnectTimeout', 20,...
    'DecodeResponse', 1, 'Authenticate', 0, 'ConvertResponse', 0);

[response, ~, ~] = requestObj.send(uri, options);
if(~strcmp(response.StatusCode, 'OK'))
    disp('No data available');

```

```

    data = [];
else
    data = formTable(response.Body.Data);
end
end

%% Convert data to the table format
function procData = formTable(data)
    records = data.splitlines;
    header = records(1).split(',');
    content = zeros(size(records, 1) - 2, size(header, 1) - 1);
    for k = 1:size(records, 1) - 2
        items = records(k + 1).split(',');
        dates(k) = datetime(items(1));
        for l = 2:size(header, 1)
            content(k, l - 1) = str2double(items(l));
        end
    end
    % Some tables contain 'null' values in certain rows, that are converted
    % to NaN by str2double. Such rows needs to be removed.
    remInds = find(sum(isnan(content), 2) == 6);
    content(remInds, :) = [];
    dates(remInds) = [];
    % create a table
    procData = table(dates', content(:,1), content(:,2),...
        content(:,3), content(:,4), content(:,5),...
        content(:,6));
    for k = 1:size(header, 1)
        procData.Properties.VariableNames{k} = char(header(k).replace(' ', ''));
    end
end
end

```

## Приложение Г

### Листинг программы расчета коэффициентов и построения гистограмм по сформированной базе данных

```
clear all
%% указатель страны
count='SU'
%% разработанная мера близости
load([count,'data.mat'])
% загрузка инфляции
load([count,'inf.mat'])

% создание исходной временной матрицы для заполнения общей таблицы
all_date(:,1)=datetime(0015,04,20):7:datetime(0020,04,20);

a_date(:,1)=datetime(0015,04:63,01);

stem(infl,'-ok')
ylabel('Уровень инфляции по месяцам, %')
% ylim([-1.0 1.5])
xlabel('месяцы')
hold on
plot(infl,'-r')
grid on
xlim([0 60.5])
st=0;

figure

for k=1:5
    coeffB{k}=zeros(size(MATR_data{k})-[1, 0]);
    for j=1:size(MATR_data{k},2)
        A=[];B=[];n=[];
        n=find(MATR_data{k}(:,j));
        % определение недельного прироста цены акции с учетом промежутков
        без
        % данных
        A=100*diff(MATR_data{k}(n,j))./...
        MATR_data{k}(n(1:end-1),j)./diff(n);
        % сравнение с инфляцией

        B=infl(12*(all_date(n(1:end-1)+st).Year-15)+...
        (all_date(n(1:end-1)+st).Month-3));
```

```

        % составление матрицы кодировок
        co_KOD{k}(n(1:end-1),j)=sign(A-B).*abs(sign(A));
    end
    % задание сдвига
    st=st+size(MATR_data{k},1);
end

% расчет матрицы близости по матрице кодировки
for k=1:5
    coeffB{k}=0.5*(size(co_KOD{k},1)+co_KOD{k}'*co_KOD{k});
    % histogram(coeffB{k}(:))
    % hold on
end

%%
% матрица МО и СКО, графики
[a,b]=p_koeff(coeffB,[0:2:52],1);
xlim([0 52])
res=round([a',b'],1);
res=[res; mean(res)]

% коэф. близости и корреляции
k_bl=[]; k_k=[]; i=1;
for betta=25:5:50
    [a,b]=p_koeff_s_gr(coeffB,betta,0);
    k_bl(:,i)=[a'];
    k_k(:,i)=[b'];
    i=i+1;
end
% коэф. близости
res2=round([(25:5:50);k_bl],3);
% коэф. корреляции
res2=[res2;round([(25:5:50);k_k],3)]

%% Пирсон
% clear all
% load([count,'data.mat'])
% расчет матрицы коллеляции
for k=1:5
    covMat{k} = corrcoef(MATR_data{k});
    covMat{k}(eye(size(MATR_data{k},2)) == 1) = 0;
    covMat{k}(isnan(covMat{k})) = 0;
end

```

```

%
% матрица МО и СКО, графики
[a,b]=p_koeff(covMat,[-1:0.1:1],1)
res=round([a',b'],3);
res=[res; mean(res)]

% коэф. близости и корреляции
k_bl=[]; k_k=[]; i=1;
for betta=0.4:0.1:0.7
[a,b]=p_koeff_s_gr(covMat,betta,0);
k_bl(:,i)=[a'];
k_k(:,i)=[b'];
i=i+1;
end
% коэф. близости
res2=round([(0.4:0.1:0.7);k_bl],3);
% коэф. корреляции
res2=[res2;round([(0.4:0.1:0.7);k_k],3)]

function [fi_c,Kk] = p_koeff_s_gr(C,tetta,pl)
%% функция расчета требуемых параметров сетевого графа по матрице
близости
% ВХОДНЫЕ переменные:
% C матрица близости (является матрицей смежности графа)
% tetta - пороговая величина
% plot - флаг построения графиков
% ВЫХОДНЫЕ переменные:
%
% fi_c - вектор плотности графа
% Kk - вектор коэффициентов кластеризации

%% расчет
%% определяем число групп входных данных
k=size(C,2);

%% построение сетевого графа с учетом выбранного уровня
for n=1:k
A{n}=C{n}>=tetta;
end

%% расчет распределения степеней вершин графа
if pl
figure

```

```

    edges=[0:5:100];
for n=1:k
h=histogram(sum(A{n}),edges);
pl_2{n}(:,1)=(h.BinEdges(1:end-1)+h.BinEdges(2:end))*0.5;
pl_2{n}(:,2)=h.Values';
end
hold off
% построение гистограмм распределения степени вершин
plot(pl_2{1}(:,1),pl_2{1}(:,2),'-k','linewidth',2)
hold on
plot(pl_2{2}(:,1),pl_2{2}(:,2),'--k','linewidth',2)
plot(pl_2{3}(:,1),pl_2{3}(:,2),'-.k','linewidth',2)
plot(pl_2{4}(:,1),pl_2{4}(:,2),'-ok','linewidth',1)
plot(pl_2{5}(:,1),pl_2{5}(:,2),'k','linewidth',2)
grid on
lgd = legend('1','2','3','4','5');
title(lgd,'Периоды')
hold off

end

%% расчет плотности ребер
for n=1:k
fi_c(n)=sum(A{n}(:))/size(A{n},1)/(size(A{n},1)-1);
end

%% расчет коэффициента кластеризации
for n=1:k
    % цикл по вершинам
    B=[];
    for i=1:size(A{n},1)
        % матрица связей вершин соседей i-й вершины
        Am=[];
        Am=A{n}(find(A{n}(i,:)),find(A{n}(i,:)));
        % расчет локального коэффициента кластеризации
        if isempty(Am)
            B(i)=0;
        elseif size(Am,1)==1
            B(i)=0;
        else
            B(i)=sum(Am(:))/size(Am,1)/(size(Am,1)-1);
        end
    end
end
% расчет общего КК

```

```

    Kk(n)=1/size(A{n},1)*sum(B);
End

function [m_c,st_c] = p_koeff(C,edges,pl)
%% функция расчета требуемых параметров сетевого графа по матрице
близости
% ВХОДНЫЕ переменные:
% C - матрица близости (является матрицей смежности графа)
% edges - диапазон построения гистограмм
% plot - флаг построения графиков
% ВЫХОДНЫЕ переменные:
%
% m_c - вектор МО
% st_c - вектор СКО

%% расчет
%% определяем число групп входных данных
k=size(C,2);
%% Распределение меры близости
if pl

for n=1:k
h=histogram(C{n}(:,edges),'Normalization','probability');
pl_1{n}(:,1)=(h.BinEdges(1:end-1)+h.BinEdges(2:end))*0.5;
pl_1{n}(:,2)=h.Values;
end
hold off
% построение нормированных гистограмм распределения меры близости
plot(pl_1{1}(:,1),pl_1{1}(:,2),'-k','linewidth',2)
hold on
plot(pl_1{2}(:,1),pl_1{2}(:,2),'--k','linewidth',2)
plot(pl_1{3}(:,1),pl_1{3}(:,2),'-.k','linewidth',2)
plot(pl_1{4}(:,1),pl_1{4}(:,2),'-ok','linewidth',1)
plot(pl_1{5}(:,1),pl_1{5}(:,2),':k','linewidth',2)
grid on
lgd = legend('1','2','3','4','5');
title(lgd,'Периоды')
hold off
end
% расчет точечных оценок
for n=1:k
m_c(n)=mean(C{n}(:));
st_c(n)=std(C{n}(:));
end

```



## Приложение Д

### Листинг программы построения сетевых графов

```
clear all
%% указатель страны
count='SU'
%% разработанная мера близости
load([count,'data.mat'])
% загрузка инфляции
load([count,'inf.mat'])

% создание исходной временной матрицы для заполнения общей таблицы
all_date(:,1)=datetime(0015,04,20):7:datetime(0020,04,20);

a_date(:,1)=datetime(0015,04:63,01);

stem(infl,'-ok')
ylabel('Уровень инфляции по месяцам, %')
% ylim([-1.0 1.5])
xlabel('месяцы')
hold on
plot(infl,'-r')
grid on
xlim([0 60.5])
st=0;

figure

for k=1:5
    coeffB{k}=zeros(size(MATR_data{k})-[1, 0]);
    for j=1:size(MATR_data{k},2)
        A=[];B=[];n=[];
        n=find(MATR_data{k}(:,j));
        % определение недельного прироста цены акции с учетом промежутков
        без
        % данных
        A=100*diff(MATR_data{k}(n,j))./...
        MATR_data{k}(n(1:end-1),j)./diff(n);
        % сравнение с инфляцией

        B=infl(12*(all_date(n(1:end-1)+st).Year-15)+...
            (all_date(n(1:end-1)+st).Month-3));

        % составление матрицы кодировок
```

```

        co_KOD{k}(n(1:end-1),j)=sign(A-B).*abs(sign(A));
    end
    % задание сдвига
    st=st+size(MATR_data{k},1);
end
% расчет матрицы близости по матрице кодировки
for k=1:5
    coeffB{k}=0.5*(size(co_KOD{k},1)+co_KOD{k}'*co_KOD{k});
end
% названия вершин
[~, ~, symbols] = xlsread('tiks.xlsx',count);
% for i=1:size(symbols,1)
%     symbols{i}=symbols{i}(1:6)
% end
%% матрица связей
for k=1:5
    A=coeffB{k};
    % убираем связи между идентичными вершинами
    A(eye(size(A,2)) == 1) = 0;
    % обнуляем связи менее половины веса
    % ;
    % A(A<100)=0
    % создание графа
    G = graph(A,symbols);
    figure('Color',[1 1 1])
    p=plot(G)
    % толщина эквивалентна весу
    G.Edges.LWidths=(round((G.Edges.Weight)/5))-5;
    G.Edges.LWidths(G.Edges.LWidths<1)=1;
    max(G.Edges.LWidths)
    min(G.Edges.LWidths)
    Widths=[0.5; 0.5; 0.5; 2; 4]
    p.LineWidth=Widths(G.Edges.LWidths);
    % % цвет эквивалентен весу
    Lcolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 0 1];[1 0 0];[0 0 0]];
    Bcolor=[[1 1 1];[0.06 1 1];[0.3 0.75 0.93];[0.07 0.62 1];[0 0.45 0.74]];
    Bcolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 1 0];[0 0.45 0.74];[0 0 0]];
    Scolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 1 0];[1 0 0];[0 0 0]];
    RGBtab = Scolor(G.Edges.LWidths,:);
    p.EdgeColor=RGBtab
    [0.3 0.75 0.93];
    % [0 0 1].*ones(size(G.Edges.LWidths))
    % hist(G.Edges.LWidths)
    % цвет эквивалентен степени

```

```

A(A<38)=0
G = graph(A,symbols);
G.Nodes.NodeColor=degree(G);
p.NodeCData=G.Nodes.NodeColor;
colorbar

end

%% Пирсон
% расчет матрицы корреляции
for k=1:5
covMat{k} = corrcoef(MATR_data{k});
covMat{k}(eye(size(MATR_data{k},2)) == 1) = 0;
covMat{k}(isnan(covMat{k})) = 0;
end

%% матрица связей
close all
for k=1:5
% переводим в положительную полуплоскость
A=covMat{k}+1;
% убираем связи между идентичными вершинами
A(eye(size(A,2)) == 1) = 0;
% обнуляем связи менее половины веса
% A(A<100)=0
% создание графа
Gp = graph(A,symbols);
figure('Color',[1 1 1])
p=plot(Gp)
% толщина эквивалентна весу
Gp.Edges.LWidths=round((Gp.Edges.Weight)*26/5)-5;
Gp.Edges.LWidths(Gp.Edges.LWidths<1)=1;
max(Gp.Edges.LWidths)
min(Gp.Edges.LWidths)
Widths=[0.5; 0.5; 0.5; 2; 4]
p.LineWidth=Widths(Gp.Edges.LWidths);
% % цвет эквивалентен весу
Lcolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 0 1];[1 0 0];[0 0 0]];
Bcolor=[[1 1 1];[0.06 1 1];[0.3 0.75 0.93];[0.07 0.62 1];[0 0.45 0.74]];
Bcolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 1 0];[0 0.45 0.74];[0 0 0]];
Scolor=[[1 1 1];[1 1 1];[0 1 0];[1 0 0];[0 0 0]];
RGBtab = Scolor(Gp.Edges.LWidths,:);
p.EdgeColor=RGBtab

```

```

A(A<1.45)=0
Gp = graph(A,symbols);
Gp.Nodes.NodeColor=degree(Gp);
p.NodeCData=Gp.Nodes.NodeColor;
colorbar
end

%% сравнение фактических значений
plot(1:53,MATR_data{1}(:,24:25)./max(MATR_data{1}(:,24:25)))
legend({'МЧОУ';'МСГ.Ю'})
grid on
xlabel('№ недели первого периода')
ylabel('относительная стоимость акций')
ylim([0 1])

%%
figure('Color',[1 1 1])
plot(1:53,MATR_data{1}(:,[21 23])./max(MATR_data{1}(:,[21 23])))
legend(symbols{[21 23]})
grid on
xlabel('№ недели первого периода')
ylabel('относительная стоимость акций')
ylim([0 1])

%%
figure('Color',[1 1 1])
PIR=[];
MER=[];
for k=1:5
    A=coeffB{k};
    % убираем связи между идентичными вершинами
    A(eye(size(A,2)) == 1) = NaN;
    covMat{k}(eye(size(A,2)) == 1) = NaN;
    PIR=[PIR,covMat{k}(:)];
    MER=[MER,A(:)];
end
plot(MER,PIR,'b.')
grid on
ylim([-1 1])
xlim([0 53])
histogram2(MER,PIR)
xlabel('Мера близости')
ylabel('Критерий Пирсона')

```