

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

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки «Информационные системы и технологии»  
Кафедра информационных систем и технологий

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Моделирование нестационарных режимов функционирования компьютерных сетей с использованием случайных графов</b>

УДК 004.7.004:519.172

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗБ	Комаров Вячеслав Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИСТ	Буркатовская Юлия Борисовна	к.ф.-м.н. доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рахимов Тимур Рустамович	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акулов Петр Анатольевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ИСТ	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н., доцент		

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ», ИК ТПУ,  
ПРОФИЛЬ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И  
ТЕХНОЛОГИИ»**

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

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

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки «Информационные системы и технологии»  
Кафедра Информационных Систем и Технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Мальчуков А.Н.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8ИЗБ	Комарову Вячеславу Андреевичу

Тема работы:

<b>Моделирование нестационарных режимов функционирования компьютерных сетей с использованием случайных графов</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 03.02.2017 № 664/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.05.2017
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Литература о существующих моделях случайных графов и веб-графах.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Изучение документации о случайных графах и о веб-графах; Разработка модели случайного графа, которая будет наиболее полно отражать поведение компьютерной сети. Выбор проектных решений и инструментов для реализации данной модели.; Разработка методики тестирования апробации программного продукта; Тестирование и апробация

	реализованного приложения Расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения и анализ вредных производственных факторов.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры менеджмента Рахимов Т.Р.
Социальная ответственность	Ассистент Акулов П.А.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	19.09.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИСТ	Буркатовская Юлия Борисовна	к.ф.-м.н., доцент		19.09.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗБ	Комаров Вячеслав Андреевич		19.09.2016

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

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки Информационные системы и технологии  
Уровень образования Бакалавриат  
Кафедра Информационных Систем и Технологий  
Период выполнения осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года  
Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.02.2017	Проектирование модели случайного графа для построения адекватной модели сети	20
25.04.2017	Реализация разработанной модели	25
27.05.2017	Тестирование и апробация программы	25
29.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
29.05.2017	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИСТ	Буркатовская Юлия Борисовна	к.ф.-м.н., доцент		19.09.2016

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ИСТ	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н. доцент		19.09.2016

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ИЗБ	Комаров Вячеславу Андреевичу

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	Информационных систем и технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	«Информационные системы и технологии»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Энергетические (стоимость в рублях на 1 кВт*ч для юрид. Лиц), информационные (час работы в интернете) и человеческие (согласно окладам научного руководителя и инженера-программиста)</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы из реальных осуществляемых затрат: потребление технических ресурсов, норма потребления электроэнергии согласно паспорту</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Для юридических лиц в области образования социальные отчисления – 27,1%</i>

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка ресурсной, социальной эффективности НИ и потенциальных рисков. На основании информации, представленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, определить методику расчета экономической эффективности.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	

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

*Календарный план для выполнения научно-исследовательского проекта*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Рахимов Тимур Рустамович	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ИЗБ	Комаров Вячеслав Андреевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИЗБ	Комарову Вячеславу Андреевичу

Институт	Кибернетики	Кафедра	Информационных систем и технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	«Информационные системы и технологии»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

*Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения*

*Объектом исследования является программная разработка модели случайного графа для определения нестационарного поведения компьютерных сетей. Данное ПО может использоваться всеми программистами и администраторами фирм, в которых есть компьютерная сеть, чтобы предугадывать возможные риски возникновения нестационарного поведения их сети.*

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

#### 1. Производственная безопасность

*1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:*

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

*1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:*

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

*Анализ выявленных вредных факторов труда разработчика-программиста: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; повышенный уровень шума; повышенный уровень излучения электромагнитных полей.*

*Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при разработке программного обеспечения в рабочем помещении учебной аудитории, а именно: опасность поражения электрическим током, опасность поражения статическим электричеством и пожароопасность.*

#### 2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);

*Утилизация используемой орг.техники и люминесцентных ламп.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для данного помещения – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Использование данного ПО может уменьшить риски возникновения нестационарного поведения компьютерных сетей предприятий, и соответственно уменьшит риски возникновения ЧП, что увеличит безопасность на предприятия, где будет использоваться данное ПО. Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся в учебных аудиториях</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акулов Петр Анатольевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗБ	Комаров Вячеслав Андреевич		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа 64 с., 7 рисунков, 23 таблицы, 21 источников.

Ключевые слова: случайный граф, веб-граф, нестационарный режим функционирования сети, разработка модели случайного графа, предсказание поведения сети.

Объектом исследования является случайный граф.

Цель работы – Моделирование работы компьютерных сетей, при помощи случайных графов, для того чтобы предсказать их нестационарное поведение.

В процессе работы производилась разработка адекватной модели случайного графа, описывающего компьютерные сети.

В результате была программно реализована модель случайного графа, описывающая режимы работы компьютерных сетей.

Отчет по преддипломной практике выполнен в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010 и представлен в распечатанном виде на листах формата А4.

## Определения

Инцидентность – отношение между ребром и его концевыми вершинами.

Изоморфизм – отношение эквивалентности на классе структур. Два графа изоморфны, если вершинам одного графа можно сопоставить вершины другого графа, так чтобы соединённым вершинам первого графа соответствовали соединённые вершины второго графа и наоборот.

Степень вершины – количество ребер, инцидентных данной вершине.

### **Обозначения и сокращения**

BFS – Алгоритм поиска в ширину в графе (Breadth-first search)

DFS – Алгоритм поиска в глубину (Depth-first search)

iFUB – Алгоритм поиска диаметра графа (iterative Fringe Upper Bound)

ДСВ – Дискретная случайная величина

Случайный граф – СГ

Научное исследование – НИ

## Оглавление

Введение.....	14
1 Случайные графы. Описание случайных графов .....	15
1.1 Структурные характеристики случайного графа.....	15
1.2 Представление сети в виде графа.....	16
1.3 Нестационарные случайные графы.....	16
2 Моделирование случайных графов, использование их для предсказания поведения сети.....	17
2.1 Основные характеристики веб-графа.....	17
2.2 Разработка модели для описания веб-графа.....	17
3 Реализация алгоритма генерации графа. ....	19
4 Тестирование программы. Демонстрирование работы программы на примере социальной сети Вконтакте. ....	24
4.1 Тестирование программы.....	24
4.2 Оценка адекватности и работоспособности программы на основе данных реальных сетей.....	27
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	31
5.1 Оценка коммерческого потенциала .....	32
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	32
5.1.2 QUAD анализ.....	32
5.1.3 SWOT-анализ.....	33
5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	36
5.3 Планирование научно-исследовательских работ .....	37
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	37

5.3.2	Определение трудоёмкости выполнения работ .....	39
5.3.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	43
5.3.3.1	Основная заработная плата исполнителей темы .....	43
5.3.3.2	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	45
5.3.3.3	Отчисления во внебюджетные фонды.....	45
5.3.3.4	Накладные расходы .....	46
5.3.3.5	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	46
5.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	47
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	50
6.1	Техногенная безопасность .....	51
6.1.1	Характеристика рабочего места .....	51
6.1.2.	Вредные факторы производственной среды.....	51
6.1.3.	Опасные факторы производственной среды.....	57
6.2.	Региональная безопасность .....	59
6.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	59
	Заключение .....	61
	Список использованных источников .....	62

## Введение

В настоящее время происходит бурное развитие сетей связи, которые позволяют соединять в единые системы различные устройства вычислительной техники.

При проектировании сетей передачи данных, а особенно при их оптимизации, наиболее действенным способом является использование математического моделирования. В настоящее время существует множество анализаторов протоколов, которые используются специалистами для того, чтобы исследовать уже существующие сети. Однако, при помощи таких методов невозможно рассмотреть вероятностно-временные характеристики для еще не существующих сетей. В таких случаях необходимо использовать средства моделирования, с помощью которых разрабатываются адекватные модели, описывающие процессы, протекающие в сетях, и проводится всесторонний анализ этих процессов.

Существует большое количество способов моделирования, и один из таких способов – моделирование при помощи случайных графов, и будет рассмотрен в текущей работе.

Целью работы является моделирование работы компьютерных сетей, при помощи случайных графов, для того чтобы предсказать их нестационарное поведение.

Задачи:

1. Изучение существующего материала по СГ.
2. Разработка модели СГ, наиболее близкой по своим параметрам к реальной сети.
3. Разработка алгоритма оценивания графа на нестационарное поведение, и обнаружения изменений в нем, которые привели к нестационарности.
4. Реализация программы по разработанным алгоритмам.
5. Тестирование программы на реальной сети.

## 1 Случайные графы. Описание случайных графов

### 1.1 Структурные характеристики случайного графа

В математической теории графов граф – это совокупность непустого множества вершин и набор пар вершин (связей между вершинами)[1].

Объекты представляются как вершины, или узлы графа, а связи - как дуги, или рёбра[1]. Для различных областей применения виды графов могут различаться по своим свойствам, таким как: направленность, ограничения на количество связей, вершин, и дополнительными данными о вершинах или рёбрах.

Степень вершины – это величина равная количеству рёбер присоединённых к этой вершине.

Средняя степень связности графа – величина, значение которой можно получить, если поделить число рёбер в графе на число вершин это же графа и умножить на два, поскольку одно ребро связывает два узлах[1].

Большие сети – это сети, содержащие тысячи вершин и связей между ними.

Случайный граф получается из  $n$  изолированных вершин, путем последовательного случайного добавления соединяющих вершины ребер.

Рассмотрим фиксированное множество из  $n$  вершин (неважно, что это за множество). Будем проводить ребра между ними случайно. Потенциально каждая пара вершин может быть соединена ребром. Для каждой пары вершин будем кидать монетку. Причем у этой монетки вероятность выпадения «решкой» кверху равна  $P$ , а «орлом» соответственно –  $(1-P)$ , и эти вероятности не обязательно равны. При выпадении «решкой» кверху проводим ребро между фиксированными нами вершинами. При выпадении «орлом» кверху – не проводим. Делаем так с каждой парой вершин. В итоге получается случайный граф – то есть граф, у которого ребра возникли в результате бросания монеты. Такой тип графа называют классическим или графом Эрдеша – Реньи [5].

## **1.2 Представление сети в виде графа**

Задач в теории случайных графов множество. Одной из таких задач является задача построения адекватных моделей случайных графов, которые с как можно меньшей погрешностью описывают поведение каких-либо реальных сетей.

В качестве примера можно рассмотреть сеть Интернет. Вершинами будем считать сайты, а ребрами – гиперссылки. Получаем граф, который изменяется со временем. Появляются новые вершины, и новые связи между вершинами. Некоторые связи исчезают. Причем граф, который описывает в нашем случае Интернет, изменяется, подчиняясь различным статическим закономерностям, и пронаблюдав на практике эти свойства, можно придумать адекватные модели случайных графов, которые с высокой вероятностью будут обладать бы теми же самыми закономерностями [4].

## **1.3 Нестационарные случайные графы**

Под нестационарным случайным графом будем понимать такой граф, который характеризуется:

- а) Значительным увеличением количества ребер в какой-либо компоненте за определенный период времени
- б) Множественными разрушениями ребер в какой-либо компоненте за определенный период времени



## 2 Моделирование случайных графов, использование их для предсказания поведения сети.

### 2.1 Основные характеристики веб-графа

Веб-граф имеет следующие характеристики:

- Веб-граф весьма разрежен. В  $k$ -вершинном подграфе он имеет примерно  $f \cdot k$  ребер, где  $f$  – константа, равная единице, либо больше ее. И при этом эта константа отличается по порядку от  $k^2$  – ребер полного  $k$ -вершинного графа [6].

- Диаметр графа невелик. Это свойство социальных сетей имеет имя – «мир тесен» (правило 6 рукопожатий). Для современных веб-сетей диаметр не превышает 20 [7].

- Веб-граф характеризуется степенным законом распределения степеней вершин: вероятность того, что вершина веб-графа имеет степень  $d$  оценивается как  $c/d^x$ , где  $x$  – константа, а  $c$  – нормирующий множитель.

### 2.2 Разработка модели для описания веб-графа.

Из характеристик веб-графа следует, что модель Эрдеша – Реньи не применима для описания компьютерных сетей.

Поэтому она была изменена, таким образом, чтобы при моделировании случайного графа, его основные характеристики, были схожи с основными характеристиками веб-графа.

Данная модель характеризуется:

- На каждом шаге алгоритма, может быть добавлено не одно ребро, а множество ребер.

- У ребер есть время жизни в данном графе.

- Ребра, у которых истекло время – могут быть удалены из данного графа.

- Если при попытке создать ребро, оно уже существует в данном графе, у него продлевается его время жизни.

- При неудачной попытке удаления ребра, его время жизни продлевается.

- У каждого ребра может быть своя вероятность быть добавленным и удаленным.

Таким образом, был получен случайный граф, в котором могут одновременно появляться и удаляться множество ребер, с различной вероятностью, что привело к значительному уменьшению диаметра графа, и сделало его разреженным, что соответствует существующим сетям.

### 3 Реализация алгоритма генерации графа.

В рамках данной работы была реализована модель случайного графа, которая должна была напоминать сеть интернет.

Ниже представлено словесное описание разработанного алгоритма.

#### Основные структуры:

- $all\_ribs[n][n]$  – массив, в котором хранятся данные о существовании и времени жизни всех возможных ребер
- $cur\_step[n]$  – массив, в котором хранятся степень вершины, количество добавленных и удаленных ребер смежных вершине, а так список ребер, смежных этой вершине на определенном шаге.
- $prob[n][n]$  – массив в котором хранятся вероятности добавления и удаления для всех возможных ребер.
- $all\_step[f][n]$  – массив, в котором хранятся те же типы данных, что и в  $cur\_step$ , за последние  $f$  шагов алгоритма.

#### Начало алгоритма

В начале алгоритма пользователь задает число  $n$  – количество вершин в графе.

После этого происходит вызов функции  $init()$  в которой происходит инициализация всех необходимых программе структур.

Первоначально граф состоит из  $n$  изолированных вершин.

#### Основная часть алгоритма

Цикл, пока пользователь не введет «-1»

Так же, если во время нулевой итерации пользователь введет «111», он сможет задать начальный массив при помощи списка связанных вершин, введя в начале  $g$  – количество пар вершин, которые он хочет чтобы были связаны, а затем  $g$  троек чисел:  $ver1$ ,  $ver2$  и  $TTL$  – две вершины и время жизни данного ребра.

Происходит вызов функции  $step()$  – функция шага алгоритма

Здесь пользователь задает числа  $num\_iteration$  и  $num\_change$  – количество итераций, которое будет произведено на данном шаге и количество изменений вероятностей, которое он хочет внести.

Цикл  $i = 0, \dots, num\_change - 1$

Пользователь может ввести три варианта запроса на изменение вероятностей:

1 тип – пользователь вводит 1, и затем 4 числа:  $vert1, vert2, a, b$ . В этом случае происходит изменение вероятности создания и удаления ребра между вершинами  $vert1$  и  $vert2$  на числа  $a$  и  $b$  соответственно

2 тип – пользователь вводит 2 и затем 3 числа  $vert, a, b$ . В этом случае изменяется вероятности для всех ребер инцидентных вершине  $vert$

3 тип – пользователь вводит 3 и два числа  $a, b$ . В этом случае все ребра меняют свои вероятности быть добавленными на число  $a$  и быть удаленными на  $b$ .

Цикл по добавляемым ребрам  $i = 0, \dots, num\_iteration$ :

В этом цикле вызывается функция  $iteration\_add()$ .

В этой функции происходит следующее:

Разыгрываются случайно 4 числа:  $vert1, vert2, prob\_add, TTL$  – две вершины, ребра между которыми добавляется, число, которое сравнивается с вероятностью и время жизни.

После этого происходит сравнение  $prob\_add$ , с вероятностью добавления данного ребра. Оно должно быть меньше или равно данной вероятности. В противном случае ничего не происходит.

В случае, если условие истинно данное ребро проверяется на существование. Если это ребро не существует, то оно создается, ему задается время жизни, которое равно сумме  $TTL$  и текущего времени работы алгоритма (количество пройденных итераций), а так же увеличиваются счетчики добавленных ребер у данных вершин.

В противном случае происходит увеличение времени жизни данного ребра на величину TTL.

Конец цикла по  $i$ .

Цикл  $i = 0, \dots, n-1$

Цикл по удаляемым ребрам  $j = i+1, \dots, n-1$

В данном цикле происходит вызов функции *iteration\_delete()* с параметрами  $i$  и  $j$ .

В этой функции для всех существующих ребер происходит сравнение их времени жизни и времени работы алгоритма. Если время их жизни меньше, чем время работы программы, то происходит попытка их удалить.

Случайно разыгрываются 2 числа: *prob\_del* и *TTL* – число с которым сравнивается вероятность удаления ребра и время жизни. Если *prob\_del* меньше или равно вероятности удаления ребра, то данное ребро удаляется, в противном случае, ко времени жизни данного ребра добавляется *TTL*.

Конец цикла по  $j$

Конец цикла по  $i$

Далее происходит вызов функции *check()*, в которой граф проверяется на стационарность, а так же происходит поиск подозрительных вершин.

Создается битовый массив *ch\_vertex[n]* в котором все элементы равны false.

Цикл проверки вершины на резкое изменение степени  $j = 0, \dots, n-1$

Создаются две переменные *max\_dif* и *max\_dif1*.

Цикл сравнения степени вершины на текущем шаге со значениями вершины на  $f$  предыдущих шагах  $i = 0, \dots, f$

Создаются еще 2 переменные  $tk = all\_step[i][j].degree$ ;  $fk = cur\_step[j].degree$ , в которые соответственно записываются степень  $j$ -ой вершины на  $i$ -го сохраненного предыдущего шага и текущая степень  $j$ -ой вершины.

После этого  $max\_dif$  и  $max\_dif1$  пересчитываются по следующим формулам:

- $max\_dif = \max(\max(tk, fk) / \min(tk, fk), max\_dif);$
- $max\_dif1 = \max(\max(tk, fk) - \min(tk, fk), max\_dif1);$

Таким образом эти две переменные содержат максимальную разницу значений между текущей степенью вершины, и всеми степенями этой же вершины за последние  $f$  шагов.

Конец цикла по  $j$ .

Теперь эти два значения используются в условии для того, чтобы определить произошло ли резкое изменение степени вершины (не важно увеличилась она или уменьшилась).

Если условие истинно то, в  $ch\_vertex[j]$  записывается true, в противном случае ничего не меняется.

Конец цикла по  $i$ .

После этого эта функция передает данный массив в основную функцию ( $step()$ ).

### **Заключительный этап.**

Цикл  $i = 0, \dots, n-1$

Вывод на экран пользователя информации о степени вершины  $I$ , а так же о том, сколько на данном шаге ребер было присоединено и сколько было удалено.

Конец цикла по  $i$ .

Далее программа выдает пользователю информацию о том, что граф стационарный, если в булевом массиве, полученном от функции  $check()$  нет ни одного элемента со значением true.

Если же таковые имеются, то пользователю сообщается что граф нестационарный. В этом случае о каждой вершине выдается ответ, являются ли они «подозрительными» в текстовом виде: “Yes” – для претерпевшей

сильные изменения относительно последних  $f$  шагов либо “No” – в противном случае.

А так же выводится на экран количество и список данных вершин.

Если на данном шаге пользователь введет в «111», на экран будет выведена информация о диаметре графа, который будет посчитан при помощи алгоритма iFUB. Этот алгоритм в худшем случае сводится к  $n$  запускам алгоритма BFS (но для разреженных графов, каким и должен являться граф схожий со структурой сети, этот он работает намного быстрее)

Так же информацию о количестве компонент связности в данном графе, и о количестве вершин в каждой из компонент. Эта информация будет получена при помощи алгоритма DFS.

Вся информация, которая выводится пользователю, также записывается в файл, но в отличие от записи на экран, в файле сохраняется информация о каждом шаге.

В конце функции *step()* вызывается функция *permutation()*

В этой функции происходит перезапись в массив *all\_step* информации из массива *cur\_step* вместо самой ранней записи.

Конец цикла по вводу «-1»

При помощи файла, в котором отображена конфигурация графа на каждом шаге, можно делать выводы о том, как меняются графы с изменением параметров добавления и удаления вершин. И при помощи этих параметров подбирать граф, наиболее близкий по своим свойствам к реальной сети, и предсказывать дальнейшее поведение данной сети при помощи моделирования.

## 4 Тестирование программы. Демонстрирование работы программы на примере социальной сети Вконтакте.

### 4.1 Тестирование программы.

Тест номер 1. Проверка ввода количества вершин, инициализации необходимых структур, и выхода из программы при вводе «-1». Результат данного процесса представлен на рисунках 1 и 2.

```
Enter the number of vertices
5
Enter -1 if you want to stop working
-1
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 1 – Вывод программы.

Программа отработала корректно.

Тест номер 2. Проверка создания и удаления ребра в графе, а так же изменения вероятностей для добавления/удаления ребер. Для того, чтобы проверить работу данной части программы были произведены следующий шаги:

1. Создан граф с двумя вершинами.
2. Вероятность создания ребра между вершинами 0 и 1 задана равной 100 процентам. Вероятность его уничтожения равна 0.
3. Произведены необходимые итерации
4. После того, как ребро было создано, вероятность создания ребра задана 0 процентов, а вероятность удаления – 100
5. Произведено количество итераций, необходимое для того, чтобы время жизни ребра закончилось.

На рисунке 2 представлены результаты выполнения пунктов с 1 по 3.



```
Enter the number of vertices
2
Enter -1 if you want to stop working
0
STEP 1(time: 0):
Enter the number of iterations
5
time + 5
Enter the number of change
1
Enter your changes
1 vert1 vert2 a b
2 vert a b - all of vert
3 a b - all
1 0 1 1000 0
vertex-degree: Ver0 - 1 (+1)(-0) | Ver1 - 1 (+1)(-0) |
Stationary graph
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 2 – результат выполнения пунктов с 1 по 3

На рисунке 3 представлен результат выполнения пункта 4, на нем видно, что хотя вероятность удаления ребра и стала равна 100 процентом, однако оно не было удалено. Причина в том, что время жизни данного ребра не истекло.

```
Enter -1 if you want to stop working
0
STEP 2(time: 5):
Enter the number of iterations
5
time + 5
Enter the number of change
1
Enter your changes
1 vert1 vert2 a b
2 vert a b - all of vert
3 a b - all
1 0 1 0 1000
vertex-degree: Ver0 - 1 (+0)(-0) | Ver1 - 1 (+0)(-0) |
Stationary graph
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 3 – результат выполнения пункта 4

Далее было произведено достаточное количество итераций, и ребро было уничтожено. Результат показан на рисунке 4

```
Enter -1 if you want to stop working
0

STEP 3(time: 10):
Enter the number of iterations
10

time + 10
Enter the number of change
0

vertex-degree: Ver0 - 0 (+0)(-1) | Ver1 - 0 (+0)(-1) |
Stationary graph
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 4 – результат выполнения пункта 5

Тест номер 3. Задание начального графа пользователем.

В этом тесте пользователь задал граф, состоящий из 4 вершин и три ребра, соединяющих вершины 1 и 2, 2 и 3, 1 и 3 ребрами.

После этого произведена 1 итерация, и было добавлено ребро между вершинами 0 и 3. Результат представлен на рисунке 5.

```
Enter the number of vertices
4

Enter -1 if you want to stop working
111

Enter the number of edge
3

Enter 3 change - type: vert1,vert2,TTL
1 2 5
1 3 5
2 3 5
STEP 1(time: 0):
Enter the number of iterations
1

time + 1
Enter the number of change
0

vertex-degree: Ver0 - 1 (+1)(-0) | Ver1 - 2 (+0)(-0) | Ver2 - 2 (+0)(-0) | Ver3 - 3 (+1)(-0) |
Stationary graph
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 5 – Результат выполнения теста номер 3

Тест номер 4. Во время этого теста была проверена способность алгоритма обнаружить в графе нестационарность и определить подозрительные вершины. Для того, чтобы проверить эту часть программы были произведено следующие:

1. был создан граф, состоящий из 10 вершин.
2. Для всех ребер, инцидентных вершине 0 была задана вероятность добавления, равная 100 процентам, а удаления 0.

3. Произведена попытка добавить 50 ребер за 1 шаг алгоритма.  
Результат представлен на рисунке 6.

```
Enter the number of vertices
10
Enter -1 if you want to stop working
0
STEP 1(time: 0):
Enter the number of iterations
50
time + 50
Enter the number of change
1
Enter your changes
1 vert1 vert2 a b
2 vert a b - all of vert
3 a b - all
2 0 1000 0
vertex-degree: Ver0 - 6 (+6)(-0) | Ver1 - 3 (+4)(-1) | Ver2 - 2 (+3)(-1) | Ver3 - 3 (+5)(-2) | Ver4 - 1 (+4)(-3) | Ver5 - 0 (+2)(-2) |
Ver6 - 2 (+3)(-1) | Ver7 - 2 (+4)(-2) | Ver8 - 3 (+3)(-0) | Ver9 - 2 (+2)(-0) |
Nonstationary graph
vertex-change: Ver0 - Yes | Ver1 - No | Ver2 - No | Ver3 - No | Ver4 - No | Ver5 - No | Ver6 - No | Ver7 - No | Ver8 - No | Ver9 - No |
Vertex: 0,
для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 6 – Тестирование проверки на нестационарность

Из этого результата видно, что вершина с номером 0 первоначально была изолирована, а после первого шага ее степень стала равной 6. Это говорит о том, что за 1 шаг к ней было присоединено более половины всех вершин, из чего действительно можно сделать вывод, что граф нестационарный. Так же исходя из результата работы программы можно обратить внимание на вершины с номерами 3 и 4, так как за один ход в сумме было добавлено и удалено 7 ребер (для каждой). Это говорит нам о том, что они были достаточно активны.

#### 4.2 Оценка адекватности и работоспособности программы на основе данных реальных сетей.

В качестве данных была использована выборка из 5 тысяч пользователей сети Вконтакте. Вершинами графа считаем странички пользователей, а ребрами «дружественная» связь между этими страничками.

Попытка построить ребро – запрос «дружбы», отправленный с одной странички на другую. Считаем, что ребро было удачно построено только в том случае, если этот запрос был принят.

Шагом алгоритма считаем 1 день, ибо именно с такой частотой собиралась статистика этих данных.

Количество итераций на текущем шаге – суммарное количество запросов в друзья, которое было отправлено за текущий день внутри данной выборки страничек.

Имеется статистика за 17 дней.

В качестве начального графа был взят 1 день. Затем была произведена попытка подобрать вероятности таким образом, чтобы характеристики графа были максимально схожи с имеющимися данными со второго по 14 день.

После этого были смоделированы следующие три шага и результаты были сравнены с 15, 16 и 17 днями.

В таблице 1 представлен результат подбора параметров генерируемого графа, который имеет наилучший процент совпадений.

По результатам данной таблицы видно, что, пока граф остается статичен, в нем не происходит резких изменений, предсказать его поведение вполне возможно и погрешность не очень большая (если учесть изоморфизм графа (его компонент связности)). Однако, если в какой то момент времени, происходит что то необычное (например удаление странички), то без дополнительной подстройки параметров графа, результаты будут не совсем точны. Однако, даже не смотря на данные сложности, точность моделирования поведения данной сети составила 74 процента, что считается весь неплохим результатом, учитывая недостаток данных и неполную выборку.

Таблица 1 – Результаты тестирования на реальной сети

Номер дня	Кол-во отправленных запросов	Количество принятых запросов	Количество удаленных «друзей»	Количество добавленных ребер	Количество удаленных ребер	Сумма степеней вершин (деленная на 2) в Вконтакте	Сумма степеней вершин (деленная на 2) в графе
1	-	-	-	-	-	194342	194342
2	42	37	27	34	26	194352	194350
3	104	88	6	93	11	194434	194432
4	81	73	9	78	4	194498	194506
5	0	0	2	0	4	194496	194502
6	32	26	11	29	5	194511	194526
7	38	38	10	38	8	194539	194556
8	24	22	148	24	127	194413	194453
9	19	16	125	18	131	194304	194340
10	16	10	18	9	56	194296	194293
11	134	101	17	31	12	194380	194312
12	23	14	12	19	9	194382	194322
13	18	13	7	12	8	194388	194327

14	29	26	12	18	0	194403	194345
15	34	30	8	26	13	194425	194358
16	37	32	9	21	7	194448	194372
17	29	24	7	22	7	194465	194387

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

**Введение.** В настоящее время во многих областях возникает необходимость использования процессов распределенной обработки информации, причем на самых различных уровнях. Отсюда вполне закономерно бурное развитие сетей связи, позволяющих соединять в единые системы различные устройства вычислительной техники.

Для того чтобы исследовать уже существующие сети связи специалисты по сетям используют различные анализаторы протоколов, но такие методы не позволяют получать вероятностно-временные характеристики для еще не существующих сетей, находящихся на стадии проектирования.

В этих случаях необходимо использовать средства моделирования, с помощью которых разрабатываются адекватные модели, описывающие процессы, протекающие в сетях, и проводится всесторонний анализ этих процессов. В ходе данной работы была создана программа, которая моделирует поведение сетей на основе случайных графов.

**Цели.** Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В рамках выбранной тематики проведения научного исследования «Моделирование нестационарных режимов функционирования компьютерных сетей с использованием случайных графов» целесообразным является:

- Определить востребованность разработки;
- Определить преимущества и недостатки продукта;
- Оценить возможные варианты продвижения разработки на рынке;
- Осуществить детальное планирование разработки приложения;
- Выбрать наиболее эффективный способ реализации приложения.

**Задачи.** Для достижения описанных выше целей необходимо решить следующие задачи:

- Определение потенциальных потребителей путем рассмотрения целевого рынка и проведения его сегментирования;
- QUAD анализ для корректировки собственного проекта;
- Проведение SWOT-анализа для комплексной оценки угроз, возможностей, сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, а также для анализа внешней и внутренней среды проекта;
- Расчёт затрат на реализацию проекта;
- Расчёт эффективности различных вариантов реализации приложения.

## **5.1 Оценка коммерческого потенциала**

### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Произведём анализ рынка потенциальных потребителей. Потенциальными потребителями являются фирмы, в устройстве которых находится достаточно большие компьютерные сети, и которым необходимо усилить безопасность данных сетей.

1) Моделирование графов по своему строению схожих с существующими сетями, а также моделирование различных процессов, которых могут происходить в таких сетях с различными внутренними параметрами, строениями и конфигурациями позволяет исследовать влияние этих процессов на формирование в сетях нестационарных режимов функционирования, а так же разработать способы борьбы с ними.

### **5.1.2 QUAD анализ**

Так как у данной разработки нет никаких конкурентов на рынке, был произведен QUAD для оценки перспективности данного приложения.



Таблица 2 – QUAD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение (*100)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
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
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
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
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>830</b>	<b>1100</b>	<b>8,2</b>	<b>77,6</b>

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).

### 5.1.3 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. Сильные и слабые стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, возможности и угрозы являются факторами внешней среды.

Далее приведена матрица SWOT-анализа, реализованная для разрабатываемого приложения (Таблица 3).

Таблица 3 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Наличие системы подстройки рандомных весов.</p> <p>С2. Богатый функционал.</p> <p>С3. Дружественный интерфейс.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Большие затраты памяти для хранения состояний графа.</p> <p>Сл2. Большая асимптотика работы приложения (низкая скорость работы).</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Появление новых алгоритмов поиска нестационарностей в графе.</p> <p>В2. Наличие отзывов от пользователей.</p> <p>В3. Выход новых версий и модификаций приложения.</p> <p>В4. Увеличение мощностей устройств.</p>	<p>Необходимо вносить модификации в работу программы, оптимизировать алгоритмы в приложение, после появления новых разработок в этой области.</p> <p>Так как постоянно растет быстродействие устройств необходимо реализовать более трудоёмкие алгоритмы, дающие лучший результат.</p> <p>Необходимо выпускать модификации приложения, чтобы разнообразить его</p>	<p>Необходимо прописать системные требования к данному приложению. Это позволит пользователям использовать приложение не испытывая трудностей с его быстродействием.</p> <p>Необходимо сделать сайт на котором пользователи смогут оставлять отзывы о данном приложении. Эти отзывы могут преподнести новые идеи модификаций, которые помогут улучшить данное приложение.</p>

	функционал	
Угрозы: У1. Появление/увеличение конкуренции. У2. Проблемы с размещением продукта в магазине приложений. У3.Повышение безопасности компьютерных сетей.	Необходимо рекламировать богатый функционал и дружелюбный интерфейс чтобы справиться с конкуренцией.	Необходимо доработать недостающий функционал приложения для увеличения его конкурентоспособности. Необходимо добиться возможности размещения данного продукта в магазине приложений.

Далее была построена интерактивная матрица проекта (таблица ,  
таблица ).

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта (сильные стороны)

	С1	С2	С3
В1	+	-	-
В2	-	+	+
В3	-	+	+
В4	+	-	-

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта (слабые стороны)

	Сл1	Сл2
У1	+	+
У2	-	-
У3	-	-

Итак, на основе интерактивных матриц и матрицы SWOT можно сделать вывод о том, какие сильные и слабые стороны имеются у разработки, а также оценить возможности и угрозы, исходящие из внешней среды. В данном случае можно увидеть, что у приложения есть перспективные направления для развития, такие как добавление новых языков и добавление нового функционала.

## 5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для создания стратегии разработки и продвижения проекта очень важно рассмотреть все возможные альтернативы создания продукта и выбрать из них наиболее оптимальные по тому или иному критерию. Получить все возможные варианты помогает морфологический подход (таблица 6)

Таблица 6 – Морфологическая матрица проекта

	1	2	3	4
А. Платформа приложения	Мобильное приложение	Веб-приложение	Десктопное приложение	
Б. Язык приложения	Русский	Английский		
В. Хранение/изменение параметров рандома	В виде констант для каждой вершины	Изменяются в определённых диапазонах, на определённые значения	Могут постоянно меняться пользователем для любого ребра	
Г. Язык реализации	C++	Pascal	Python	Java

В качестве наиболее вероятных для реализации вариантов были выбраны следующие:

- АЗБ1В3Г1;
- АЗБ1В3Г3;
- АЗБ1В2Г1.

### 5.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Работу над проектом можно разбить на следующие этапы (таблица ).

Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Этап подготовки			
Анализ конкурентных решений	1	Изучение присутствующих на рынке подобных продуктов	Руководитель, исполнитель
Определение функциональности приложения	2	Определение необходимой для приложения функциональности	Руководитель, исполнитель
Этап проектирования			
Проектирование архитектуры приложения	3	Выбор архитектурной модели приложения	Руководитель, исполнитель
Определение платформы приложения	4	Определение операционной системы, для которой будет создаваться приложение	Руководитель, исполнитель
Определение инструментальных средств	5	Определение среды разработки для всех модулей приложения	Руководитель, исполнитель

Изучение средств разработки	6	Прохождение уроков по выбранной платформе	Исполнитель
Разработка алгоритма поиска нестационарностей	7	Разработка эффективного алгоритма получения из корпуса набора ассоциаций	Исполнитель
Проектирование микроархитектуры приложения	8	Выбор архитектуры каждого из модулей, способов взаимодействия модулей	Исполнитель
Этап реализации			9
Создание модели случайного графа, близкого по своим параметрам к компьютерной сети	9	Поиск подходящего корпуса	Исполнитель
	10	Реализация алгоритмов создания модели графа и определения его на нестационарность	Исполнитель
	11	Тестирование алгоритма с различными параметрами и эвристиками	Исполнитель
Реализация приложения	12	Реализация всех модулей приложения	Исполнитель
Тестирование приложения	13	Выявление и устранение ошибок, находящихся в различных частях приложения	Исполнитель

### 5.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Далее представлено рассчитываемое время для каждого их этапов проекта (Таблица 8).

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , чел-дни								
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Анализ конкурентных решений	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.78	0.78	0.78
Определение функциональности приложения	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.78	0.78	0.78
Проектирование архитектуры приложения	1	3	1	2	6	1	1.4	4.2	1	0.7	2.1	0.5	1.09	3.27	0.78
Определение платформы приложения	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.78	0.78	0.78
Определение инструментальных средств	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0.5	1	1	0.78	1.56	1.56
Изучение средств разработки	20	30	10	40	60	20	28	42	14	28	42	14	44.5 9	66.8 9	22.3
Разработка алгоритма поиска нестационарностей	2	2	2	4	4	4	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	4.36	4.36	4.36
Проектирование	2	2	2	3	3	3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	3.74	3.74	3.74

микроархитектуры приложения															
Поиск подходящего корпуса	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.56	1.56	1.56
Реализация алгоритмов создания модели графа и определения его на нестационарность	1	1	1	3	3	3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.8	2.8	2.8
Тестирование алгоритма с различными параметрами и эвристиками	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.18	2.18	2.18
Реализация приложения	30	40	20	57	76	38	40.8	54.4	27.2	40.8	54.4	27.2	63.51	84.68	42.36
Тестирование приложения	2	2	2	10	10	10	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	8.09	8.09	8.09

На основе временных показателей был построен календарный план-график по декадам периода дипломирования (Таблица 9).



Таблица 9 – Календарный план-график работ

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>ки</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Анализ конкурентных решений	Руководитель, дипломник	1														
2	Определение функциональности приложения	Руководитель, дипломник	1														
3	Проектирование архитектуры приложения	Руководитель, дипломник	1														
4	Определение платформы приложения	Руководитель, дипломник	1														
5	Определение инструментальных средств	Руководитель, дипломник	1														
6	Изучение средств разработки	Дипломник	45														
7	Разработка алгоритма поиска нестационарностей	Дипломник	4														
8	Проектирование	Дипломник	4														

	микроархитектуры приложения																		
9	Поиск подходящего корпуса	Дипломник	2																
10	Реализация алгоритмов создания модели графа и определения его на нестационарность	Дипломник	3																
11	Тестирование алгоритма с различными параметрами и эвристиками	Дипломник	2																
12	Реализация приложения	Дипломник	64																
13	Тестирование приложения	Дипломник	8																



— ДИПЛОМНИК



— руководитель

### 5.3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ были рассмотрены следующие статьи:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 5.3.3.1 Основная заработная плата исполнителей темы

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Трудоёмкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	0.5	0.5	0.5	3013	3013	3013	1506.5	1506.5	1506.5
2	0.5	0.5	0.5	3013	3013	3013	1506.5	1506.5	1506.5
3	0.7	2.1	0.5	3013	3013	3013	2109.1	6327.3	1506.5
4	0.5	0.5	0.5	3013	3013	3013	1506.5	1506.5	1506.5
5	0.5	1	1	3013	3013	3013	1506.5	3013	3013
6	28	42	14	1004	1004	1004	28112	42168	14056
7	1	1	1	1004	1004	1004	1004	1004	1004
8	2.4	2.4	2.4	1004	1004	1004	2409.6	2409.6	2409.6
9	1	1	1	1004	1004	1004	1004	1004	1004
10	1.8	1.8	1.8	1004	1004	1004	1807.2	1807.2	1807.2

11	1.4	1.4	1.4	1004	1004	1004	1405.6	1405.6	1405.6
12	40.8	54.4	27.2	1004	1004	1004	40963.2	54617.6	27308.8
13	5.2	5.2	5.2	1004	1004	1004	5220.8	5220.8	5220.8
Итого:							91868.7	125303.8	65062.2

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Инженер</b>
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	40000	2009	2.7	5424.3
Инженер	20000	1004	87.1	87448.4

### 5.3.3.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). В данном случае будет взят равным 0.13.

### 5.3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Для учреждений, осуществляющих научную и образовательную деятельность, коэффициент отчислений берётся равным 27,1% (таблица 1).

Таблица 1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	5424.3	9241.4	6027	705.16	1201.382	783.51
Студент-дипломник	87448.4	117066.4	60039.2	11368.29	15218.63	7805.096

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0.271
<b>Итого</b>	
<b>Исполнение 1</b>	28440.41
<b>Исполнение 2</b>	38679.24
<b>Исполнение 3</b>	20231.45

#### 5.3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы по основному варианту исполнения можно считать равными 21341.85 рублей.

#### 5.3.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

По итогам всех рассчитанных статей для каждого из вариантов исполнения приведён расчёт бюджета затрат НТИ (таблица 2).

Таблица 2 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	92872.7	126307.8	66066.2	

2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12073.45	16420.01	8588.606	
3. Отчисления во внебюджетные фонды	28440.41	38679.24	20231.45	
4. Накладные расходы	21341.85	29025.13	15181.8	16 % от суммы ст. 1-3
5. Бюджет затрат НИ	154728.42	210432.2	110068.1	Сумма ст. 1-4

#### 5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Расчёт финансовой эффективности проводится с помощью расчёта интегрального финансового показателя (таблица 3)

Таблица 3 – Расчёт интегрального финансового показателя

	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бюджет затрат	154728.42	210432.2	110068.1
Интегральный финансовый показатель	0.73	1	0.52

Интегральный показатель ресурсоэффективности считается как сумма балльных оценок каждого из вариантов по критериям с учётом их весовых коэффициентов (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент	Исп.1	Исп.2	Исп.3
---------------------	---------------------	-------	-------	-------

Критерии	параметра			
Потребность в ресурсах памяти	0.20	4	5	4
Функциональность	0.15	5	4	3
Скорость работы	0.20	5	4	3
Надёжность	0.06	4	4	4
Удобство в эксплуатации	0.07	5	3	2
Простота эксплуатации	0.07	4	5	5
Точность	0.25	5	2	2
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>4.67</b>	<b>3.7</b>	<b>3.08</b>

Далее с помощью рассчитанных показателей были найдены интегральные показатели эффективности (таблица 5).

Таблица 5 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.73	1	0.52
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.67	3.7	3.28
3	Интегральный показатель эффективности	6.39	3.7	5.92
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.73	1	1,6

**Заключение.** В ходе написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для работы «Моделирование нестационарных режимов функционирования компьютерных сетей с



использованием случайных графов » была оценена конкурентоспособность разрабатываемого приложения.

## **6 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» [10]. 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.

Раздел, посвященный социальной ответственности организации, включает в себя следующие составляющие: техногенная безопасность, региональная безопасность, организационные мероприятия обеспечения безопасности, особенности законодательного регулирования проектных решений и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

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. К опасным факторам труда разработчика-программиста относятся: недостаточная освещенность рабочей зоны, отклонение параметров микроклимата в помещении и уровень шума, а к вредным факторам: излучение электромагнитных полей, электробезопасность и пожарная безопасность [11].

## **6.1 Техногенная безопасность**

### **6.1.1 Характеристика рабочего места**

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. х 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 [12], 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.

### **6.1.2. Вредные факторы производственной среды**

#### **Освещенность рабочей зоны**

Рабочее (общее) освещение – это основное освещение, обеспечивающее нормальные условия для нахождения человека в помещении. Под нормальными понимаются условия жизнедеятельности человека, при которых он не напрягает зрение, чтобы выполнить любое действие, для которого данное помещение предназначено. [13].

Освещение в недостаточной степени может привести к напряжению зрения, ослаблению внимания и наступлению преждевременной утомленности. Слепление, резь в глазах и раздражение могут быть вызваны чрезмерно ярким освещением. Свет на месте труда может создать сильные тени или отблески, а также дезориентировать работающего. Основным

документом, регламентирующим нормы освещенности, является СНиП 23-05-95 [13].

Основным показателем качества освещения является освещенность  $E$  – поверхностная плотность светового потока. По характеристике зрительной работы труд программиста относится к разряду III подразряду Г (высокой точности), т.е. наименьший размер объекта различения от 0,3 до 0,5 мм (точка) [12]. Это значит, что нормативное значение освещенности рабочего места должно быть 200 лк (СНиП 23-05-95) [4].

Рассчитаем фактическую освещенность рассматриваемой учебной аудитории. Длина и ширина аудитории равны соответственно 9 и 5 м, высота – 3 м. Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h*(A+B)},$$

где  $i$  – индекс помещения;

$S$  – площадь помещения,  $m^2$ ;

$h$  – высота помещения, м;

$A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения.

$$i = \frac{45}{3*(9+5)} = 1.07,$$

Исходя из значения индекса помещения, можно определить, что коэффициент использования рассматриваемого светового светильника с люминесцентными лампами равен 47% [14].

Рассчитаем освещенность по формуле, учитывая, что в аудитории 5 светильников по 4 лампы в каждом:

$$E_{\text{факт}} = \frac{N*n*\Phi_{\text{ст}}*\eta}{S*K_3*Z},$$

где  $E_{\text{н}}$  – фактическая освещенность;

$N$  – число светильников в помещении;

$n$  – число ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{ст}}$  – величина стандартного светового потока, лм;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока;

$S$  – площадь помещения;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения.

Зная, что  $\Phi_{ст} = 1450$  лм для люминесцентных ламп дневной света ЛБЦ-30 (СНиП 23-05-95),  $K_3$  для помещений с малым выделением пыли равен 1,5, а  $Z$  для люминесцентных ламп равен 1 рассчитаем значение фактической освещенности.

$$E_{факт} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 1450 \cdot 0,47}{45 \cdot 1,5 \cdot 1} = 201,9 \text{ лк},$$

Рассчитаем численную оценку разности между фактическим значением освещенности и нормативным.

$$\Delta E = \frac{(E_{факт} - E_n)}{E_n} * 100\%,$$

где  $\Delta E$  – показатель разности между фактической освещенностью и нормативной;

$E_{факт}$  – фактическое значение освещенности;

$E_n$  – нормативное значение освещенности.

$$\Delta E = \frac{(201,9 - 200)}{200} * 100\% = 0,5\%$$

Отсюда можно заключить, что в аудитории подходящая система освещения, так как сохраняется допустимое отклонение освещенности в 20% [4].

### **Производственный шум**

Люди, которым приходится работать в условиях длительного шума, обычно имеют головные боли, раздражительность, сталкиваются со снижением памяти, повышенной утомляемостью, также у многих понижен аппетит, есть боли в ушах и т. д. Перечисленные факты снижают производительность, работоспособность человека, а также качество труда [15].

Шумовой фон помещения создают десять одновременно работающих компьютеров. Также возникает шум, исходящий от принтера или телефонных аппаратов. Также источником шума является система вентиляции или шумы, поступающие извне помещения.

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Общие требования безопасности» [16].

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТу 12.1.003-83 представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Предельно допустимые уровни звука (ГОСТ 12.1.003-83 [16])

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Научная деятельность, проектирование, программирование, Рабочие места проектно-конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Допустимый уровень звукового давления колеблется от 38 дБ до 86 дБ при частоте от 8000 Гц до 31,5 Гц, соответственно.

Для уменьшения воздействий шума можно использовать следующие методы, согласно СНиП 23-03-2003 [17]:

- экранирование рабочих мест, то есть установка перегородок между рабочими местами;
- установка оборудования, производящего минимальный шум.

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое

обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

### Микроклимат помещения

Компьютеры могут привести к увеличению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В СанПиН 2.2.4.548 – 96 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия [17].

Работа программиста относится к легкой категории 1Б (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [18]. В таблицах представлены данные показатели для теплого периода года (плюс 10 °С и выше) и для холодного периода года.

Таблица 19 – Оптимальные величины показателей микроклимата (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [18]

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

Таблица 20 – Допустимые величины показателей микроклимата (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [18]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-24	18-25	15-75	0,1-0,2
Теплый	20-28	19-29		0,1-0,3

Если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ. Температура в рассматриваемом помещении в холодное время года может опускаться до 19-21 °С, а в теплое время года подниматься до 25-28 °С. Данные показатели соответствуют допустимым значениям температуры.

Таблица 21 – Рекомендуемое время работы при температуре воздуха ниже допустимых величин (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [18]

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
17	6
18	7

Таблица 22. – Рекомендуемое время работы при температуре воздуха выше допустимых величин (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [17]

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
30,0	5
29,5	5,5
29,0	6

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. В рассматриваемой аудитории вентиляция осуществляется естественным и механическим путём. В зимнее время в помещении предусматривается система отопления. Это обеспечивает нормальное состояние здоровья работников в аудитории.

### **Электромагнитное излучение**

Электромагнитное излучение - распространяющееся в пространстве возмущение электрических и магнитных полей [19]. Источниками



электромагнитного излучения в данном исследовании являются мониторы и системный блок.

Оценка величины уровней ЭМП, проведенная по паспортным данным компьютера и монитора, показала их соответствие нормам ТСО–03 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03[10]. В табл. 6 приведены нормы уровня ЭМП, которым соответствует техника в кабинете.

Таблица 23 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК (СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [10])

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
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		500 В

Для того, чтобы снизить воздействие таких видов излучения, рекомендуют применять такие мониторы, у которых уровень излучения понижен (MPR-II, ТСО-92, ТСО-99), а также установить защитные экраны и соблюдать режимы труда и отдыха.

### **6.1.3. Опасные факторы производственной среды**

#### **Поражение электрическим током**

К опасным факторам относят поражение электрическим током согласно ГОСТ 12.0.003-74 [20]. Персональный компьютер питается от сети 220В переменного тока с частотой 50Гц. Помещение с ПЭВМ, где проводились описанные выше работы, относится к помещениям без повышенной опасности (ГОСТ 12.1.019 [22]).

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели компьютера должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

### **Пожарная безопасность**

Также к опасным факторам относится и пожарная безопасность (ГОСТ 12.0.003-74 [20]). Пожарная безопасность осуществляется системой пожарной защиты и системой предотвращения пожара.

По взрыво- и пожароопасности все помещения, согласно техническому регламенту НПБ 105-95 [21], делятся на 5 категорий, в зависимости от применяемых на производстве веществ и их количества. Рассматриваемая учебная аудитория относится к пожароопасной категории В [13].

Основные причины возникновения пожаров:

1. Нарушение правил пожарной безопасности;
2. Перегрузка электросети;
3. Неисправность прибора;
4. Разряд молнии и неисправность молниеотвода.

Для того что бы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Для предотвращения пожара в аудитории с ПЭВМ имеется:

- углекислотный огнетушитель типа ОУ-2 (данный тип огнетушителя подходит для помещений с электрооборудованием (ГОСТ Р 51057-01[23]);
- Пожарная сигнализация ДИП-ЗСУ (извещатель пожарный, дымовой оптико-электронный точечный).

## **6.2. Региональная безопасность**

Воздействие на литосферу предусматривает под собой утилизацию электронной техники: компьютеров, сканеров и т.п. Утилизация такого оборудования является достаточно сложной, так как такие они имеют сложную структуру. Непосредственная переработка большей части компонентов включает в себя их сортировку, последующую гомогенизацию и отправку для повторного использования, т.е. с предварительным помолом или переплавкой.

При рассмотрении влияния процесса утилизации персонального компьютера были выявлены особо вредные выбросы согласно ГОСТ Р 51768-2001 [24]. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих. 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».

## **6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов чрезвычайных ситуаций являются пожар или взрыв на рабочем месте.

Всякий работник при обнаружении пожара должен (ППБ 01-03 [25]):

- незамедлительно сообщить об этом в пожарную охрану;

- принять меры по эвакуации людей, каких-либо материальных ценностей согласно плану эвакуации;
- отключить электроэнергию, приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения.

При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС. В случае если система не сработала, то необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить точный адрес места возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

Рабочее место располагается в 10 корпусе ТПУ 402а аудитория. На рисунке 7 представлен план эвакуации четвертого этажа 10 корпуса.

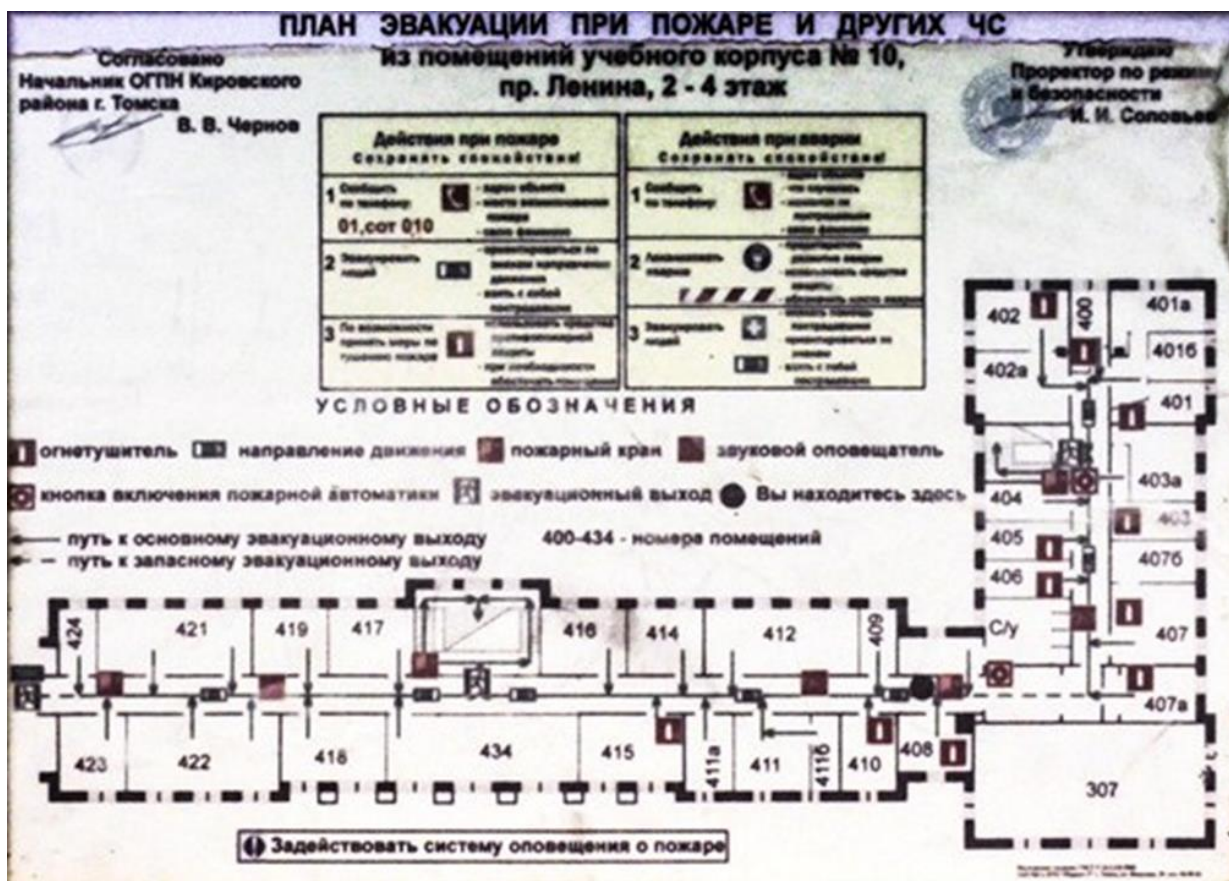


Рисунок 7 – План эвакуации при чрезвычайных ситуациях

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты.

1. При исследовании сетей было выявлено, что задача моделирования сети решается на основе различных подходов, предлагаемых на данном этапе развития теории случайных графов.

2. Был разработан алгоритм генерации случайного графа, который достаточно близок по своим характеристикам к характеристикам сети.

3. Разработанный алгоритм был реализован на языке C++.

4. Данный алгоритм был протестирован на реально существующей социальной сети, и отлично себя показал.

## Список использованных источников

1. Граф (математика) // ru.wikipedia.org: Википедия – свободная энциклопедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Граф\\_\(математика\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Граф_(математика)) (дата обращения 27.05.2017)
2. Задорожный В. Н. Случайные графы с нелинейным правилом предпочтительного связывания // Проблемы управления. – 2010. – №6. – С. 2-11.
3. Юдин Е.Б. Методы структурной идентификации стохастических сетей и генерации случайных графов в задачах моделирования сложных систем: Дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук. – Омск., 2012. – С. 47-65
4. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б., Овчинникова Е.В., Ганеева М.И. Сравнение случайных графов с моделями сетей по диаметру // материалы IV регион. науч.-практ. конф (Омск, 2012). – ОмГТУ; 2012. – С. 100-101
5. Remco van der Hofstad – Random Graphs and Complex Networks – Department of Mathematics and Computer Science Eindhoven University of Technology – 2013
6. Paris Siminelakis – Networks and Random Graphs – School of Electrical and Computer Engineering at the National Technical University of Athens – 2011
7. Brandes, U., Delling, D., Gaertler, M., Gorke, R., Hofer, M., Nikoloski, Z., Wagner, D. (2008) On modularity clustering. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 20 (2), 172-187.
8. Girvan, M., Newman, M.E.J. (2002) Community structure in social and biological networks. PNAS 99 (12), 7821–7826.
9. Fortunato, S. (2010) Community detection in graphs. Physics Reports 486 (3-5), 75–174
10. Международный стандарт ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации»

11. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Издательство стандартов, 2001. – 4 с.
12. 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.;
13. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с.
14. ГОСТ 6825-91. Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 242 с.
15. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.
16. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
17. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.
18. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
19. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
20. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Издательство стандартов, 2001. – 4 с.
21. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. / Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО, 1998. – 119 с.

22. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Проспект, 2010. – 32 с.

23. ГОСТ Р 51057-01. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 48 с.

24. ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2001. - 13 с.

25. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.

26. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты – М.: Издательство стандартов, 1979. – 10 с.