

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

---

Физико-технический институт

Направление подготовки: Прикладная математика и информатика

Кафедра Высшей математики и Математической физики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

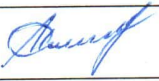
| Тема работы                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Решение задачи выбора удовлетворительной численной аппроксимации при оценке стоимости опционов американского типа |

УДК 336.741.231:347.440.76(73)

Студент

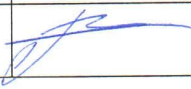
| Группа | ФИО          | Подпись                                                                             | Дата     |
|--------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ОВ31   | Шибанов М.Г. |  | 09.06.17 |

Руководитель

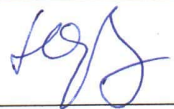
| Должность        | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата   |
|------------------|--------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Доцент каф. ВММФ | Семенов М.Е. | Кандидат ф-м. наук     |  | 9.6.17 |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

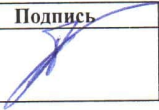
По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность        | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Доцент каф. ИСГТ | Верховская М.В. | Кандидат эк. наук      |  | 09.06.17. |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание  | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------|---------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Профессор | Федорчук Ю.М. | Доктор технических наук |  | 09.06.17. |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата     |
|---------------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ВММФ          | Трифонов А.Ю. | Профессор ф-м. наук    |  | 09.06.17 |

Томск – 2017 г.

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

Физико-технический институт  
Направление подготовки: Прикладная математика и информатика  
Кафедра Высшей математики и Математической физики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| Бакалаврской работы                                                        |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 0В31   | Шибанову Максиму Геннадьевичу |

Тема работы:

|                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Решение задачи выбора удовлетворительной численной аппроксимации при<br>оценке стоимости опционов американского типа |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                                                          |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b><br>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).        | <i>Маржируемый опцион на фьючерсный контракт на Индекс РТС</i>                                                                                                                                                                |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br>(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). | 1. Обзор литературы<br>2. Объект и методы исследования<br>2.1 Методология оценки стоимости американских опционов<br>2.2. Модель с применением метода конечных разностей<br>2.3 Модель с использованием метода Монте-Карло     |
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1. Примеры построения биномиальных деревьев для оценки опционов.<br>2. Графическое отображение исходных данных.<br>3. Графическое отображение результатов работы моделей.<br>4. Таблицы оценки рассматриваемых аппроксимаций. |

| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i> |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Раздел                                                                                             | Консультант                  |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»                                  | Верховская Марина Витальевна |
| «Социальная ответственность»                                                                       | Федорчук Юрий Михайлович     |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 08.05.2017 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность        | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись    | Дата                                                                                |
|------------------|--------------|------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Доцент каф. ВММФ | Семенов М.Е. | Кандидат ф-м. наук     | 08.05.2017 |  |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                        | Подпись                                                                             | Дата     |
|--------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 0В31   | Шибанов Максим Геннадьевич |  | 08.05.17 |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 0B31   | Шибанову Максиму Геннадьевичу |

| Институт            | ФТИ      | Кафедра                   | ВММФ                                |
|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Прикладная математика и информатика |

**Тема дипломной работы: Решение задачи выбора удовлетворительной численной аппроксимации при оценке стоимости опционов американского типа**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Целью данной работы является выбор удовлетворительной численной аппроксимации при оценке стоимости американских опционов второго порядка.</li> <li>Описание рабочего места на предмет возникновения: <ul style="list-style-type: none"> <li>вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> </ul> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ol style="list-style-type: none"> <li>– приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится расчет освещенности на рабочем месте;</li> <li>– приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте и мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;</li> <li>– приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, перечисляются СКЗ и СИЗ;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ol> </li> <li>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности <ol style="list-style-type: none"> <li>– приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования,</li> </ol> </li> </ol> |

классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;

- приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение, маркировка;
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

3. Охрана окружающей среды:

- анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу;
- наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.);
- методы утилизации отходов.

4. Защита в чрезвычайных ситуациях:

- Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия
- разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;
- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

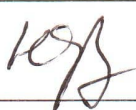
- Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства: СанПиН 2.2.2.542-96; СанПин 2.2.2.542-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП-23-05-95; Сан.ПиН 2.2.2. 542 – 96; ГОСТ 12.1.036-96;ГОСТ 12.1.012-96; ГОСТ 12.1.004-76; ГОСТ 12.1.010-76; ГОСТ 12.1.013-78.

**Перечень графического материала:**

- 1) Пути эвакуации
- 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 10.03.17г. |
|------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись                                                                              | Дата       |
|-----------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Профессор | Федорчук Юрий Митрофанович | д.т.н.                 |  | 10.03.17г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                        | Подпись                                                                               | Дата     |
|--------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 0В31   | Шибанов Максим Геннадьевич |  | 10.03.17 |

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

Студенту:

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| Группа | ФИО                           |
| 0В31   | Шибанову Максиму Геннадьевичу |

|                     |          |                           |                                     |
|---------------------|----------|---------------------------|-------------------------------------|
| Институт            | ФТИ      | Кафедра                   | ВММФ                                |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Прикладная математика и информатика |

**Тема дипломной работы: Решение задачи выбора удовлетворительной численной аппроксимации при оценке стоимости опционов американского типа**

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:                                                |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | 1. <i>Стоимость расходных материалов</i><br>2. <i>Стоимость расхода электроэнергии</i><br>3. <i>Норматив заработной платы</i>                                                                                                         |
| 4. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>                                                                                           | 1. <i>Тариф на электроэнергию</i><br>2. <i>Коэффициенты для расчета заработной платы</i>                                                                                                                                              |
| 5. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | 1. <i>Отчисления во внебюджетные фонды (27,1%)</i><br>2. <i>Расчет дополнительной заработной платы (12%)</i>                                                                                                                          |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>   | 1. <i>Потенциальные потребители результатов исследования;</i><br>2. <i>Анализ конкурентных технических решений;</i><br>3. <i>SWOT – анализ</i>                                                                                        |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>                                                                          | 1. <i>Структура работ в рамках научного исследования;</i><br>2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования;</i><br>3. <i>Бюджет научно - технического исследования (нти).</i> |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>          | 1. <i>Определение интегрального финансового показателя разработки;</i><br>2. <i>Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки;</i><br>3. <i>Определение интегрального показателя эффективности</i>             |

| <b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений<br>2. Матрица SWOT<br>3. Альтернативы проведения НИ<br>4. График проведения и бюджет НИ<br>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 10.03.18. |
|-------------------------------------------------------------|-----------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                                | Учена степень,<br>звание          | Подпись                                                                            | Дата      |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Доцент    | Верховская<br>Марина<br>Витальевна | Кандидат<br>экономических<br>наук |  | 10.03.18. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                        | Подпись                                                                             | Дата     |
|--------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 0B31   | Шибанов Максим Геннадьевич |  | 10.03.17 |

## Реферат

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе выполнена на 74 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц, 13 рисунков, 42 формулы, 11 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: АМЕРИКАНСКИЙ ОПЦИОН, ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ОПЦИОНА, АППРОКСИМАЦИЯ, КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫЙ МЕТОД, МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО.

Объект исследования: маржируемый опцион на фьючерсный контракт на Индекс РТС.

Цель исследования: выбор удовлетворительной численной аппроксимации для оценки стоимости опциона на фьючерсный контракт на Индекс РТС за период с 10.02.2017 по 18.05.2017.

Методы проведения исследования: теоретические и практические.

В работе рассматриваются способы оценки стоимости американских опционов. Самостоятельно реализованные в R аппроксимации конечно-разностным методом и методом Монте-Карло оцениваются по критерию средней ошибки аппроксимации, и выбирается лучшая аппроксимация.

## Оглавление

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                        | 11 |
| 1 Оценка опционов.....                                               | 12 |
| 1.1 Основные определения.....                                        | 12 |
| 1.2 Свойства опционов .....                                          | 12 |
| 1.3 Методы оценки опционов .....                                     | 13 |
| 1.3.1 Биномиальный метод .....                                       | 13 |
| 1.3.2 Метод Монте-Карло .....                                        | 15 |
| 1.3.3 Метод конечных разностей .....                                 | 16 |
| 1.4 Применение нейронной сети с радиальными базисными функциями .... | 17 |
| 1.5 Критерии точности аппроксимации.....                             | 19 |
| 1.6 Пакеты для работы с опционами.....                               | 19 |
| 1.7 Случаи досрочного исполнения американских опционов.....          | 20 |
| 2 Результаты проведенного исследования .....                         | 21 |
| 2.1 Сбор и обработка исходных данных.....                            | 21 |
| 2.2 Реализация метода Монте-Карло .....                              | 21 |
| 2.3 Реализация конечно-разностного метода .....                      | 22 |
| 2.4 Сравнение исторических данных с аппроксимациями .....            | 23 |
| 2.5 Выбор наилучшей аппроксимации .....                              | 24 |
| 3 Социальная ответственность .....                                   | 26 |
| 3.1 Описание рабочего места .....                                    | 26 |
| 3.2 Анализ опасных и вредных факторов.....                           | 27 |
| 3.3 Микроклимат в помещении .....                                    | 32 |
| 3.4 Освещенность рабочей зоны.....                                   | 34 |
| 3.5 Электромагнитное поле.....                                       | 37 |
| 3.6 Электростатическое поле .....                                    | 39 |
| 3.7 Электробезопасность .....                                        | 39 |
| 3.8 Производственный шум .....                                       | 43 |
| 3.9 Психофизиологические факторы и опасные факторы .....             | 45 |
| 3.10 Охрана окружающей среды .....                                   | 46 |
| 3.11 Чрезвычайные ситуации.....                                      | 46 |
| 3.11.1 Защита в чрезвычайных ситуациях .....                         | 46 |

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.11.2 Пожарная безопасность .....                                                                                                          | 47 |
| 3.12 Перечень нормативно-технической документации.....                                                                                      | 50 |
| 3.13 Выводы.....                                                                                                                            | 52 |
| 4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 53 |
| 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                                                                                | 53 |
| 4.2 Анализ конкурентных технических решений.....                                                                                            | 55 |
| 4.3 SWOT-анализ.....                                                                                                                        | 57 |
| 4.4 Планирование научно-исследовательских работ .....                                                                                       | 59 |
| 4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....                                                                                   | 59 |
| 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования.....                                  | 60 |
| 4.5 Бюджет научно-технического исследования .....                                                                                           | 63 |
| 4.5.1 Затраты на материалы .....                                                                                                            | 63 |
| 4.5.2 Основная заработная плата.....                                                                                                        | 64 |
| 4.5.3 Дополнительная заработная плата .....                                                                                                 | 65 |
| 4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....                                                                                                 | 65 |
| 4.5.5 Накладные расходы .....                                                                                                               | 66 |
| 4.5.6 Формирование бюджета затрат НТИ.....                                                                                                  | 67 |
| 4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....          | 67 |
| 4.7 Выводы.....                                                                                                                             | 70 |
| 5 Заключение .....                                                                                                                          | 71 |
| 6 Список используемых источников.....                                                                                                       | 72 |
| Приложение А .....                                                                                                                          | 73 |
| Приложение Б.....                                                                                                                           | 74 |

## **Введение**

Опцион американского типа является самым востребованным контрактом, поскольку дает его владельцу возможность мгновенно реагировать на изменение ситуации на рынке за счет возможности досрочного исполнения опциона. Однако это преимущество американского опциона является его же недостатком, поскольку сложность расчетов делает их оценку трудоемкой задачей [2].

Каждое предыдущее решение может повлиять на эффективность и целесообразность следующих решений, и необходимо производить расчеты на каждом временном промежутке.

Досрочное исполнение опциона «колл» выгодно только непосредственно перед выплатой дивидендов, иначе с учётом временной стоимости покупателю опциона выгоднее его продать. Напротив, опцион «пут» выгодно исполнять, когда он приносит достаточно большую прибыль [3].

Поскольку для оценивания американских опционов аналитического решения не существует [1], возникает необходимость в нахождении достаточно точной аппроксимации.

Цель работы: выбор удовлетворительной численной аппроксимации для оценки стоимости опциона на фьючерсный контракт на Индекс РТС за период с 10.02.2017 по 18.05.2017.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Сбор и обработка исходных данных;
2. Реализация конечно-разностного метода (явного и неявного) и метода Монте-Карло;
3. Вычисление вышеописанных методов аппроксимации на полученном временном ряде;
4. Проведение сопоставительного анализа стоимостей опциона модельных аппроксимаций с реальными данными и выбор наилучшей аппроксимации по величине средней ошибки аппроксимации.

## 1 Оценка опционов

### 1.1 Основные определения

Опционный контракт – право купить или продать актив.

Опцион «колл» – опцион на покупку актива по определенной цене в определенный момент времени.

Опцион «пут» – опцион на продажу актива по определенной цене в определенный момент времени.

Цена актива, зафиксированная в контракте, называется *ценой исполнения* или ценой *страйк*.

Премия опциона (стоимость опциона) – цена, выплачиваемая покупателем опционного контракта продавцу за право на покупку или продажу базисного актива по определенной цене в будущем.

Европейский опцион может быть исполнен только в момент его истечения, в то время как американский опцион можно исполнить в любое время на протяжении всего срока его действия.

### 1.2 Свойства опционов

В [3] подробно рассматриваются виды опционов и их свойства, а так же факторы, влияющие на цену опционов:

1. Текущая цена базового актива  $S_0$ ;
2. Цена исполнения  $K$ ;
3. Срок действия  $T$  (время до истечения);
4. Волатильность цены базового актива  $\sigma$ ;
5. Безрисковая процентная ставка  $r$ ;
6. Дивиденды, ожидаемые в течение срока действия опциона.

Существует верхняя предельная цена опциона – опционы «колл» не могут стоить больше цены базового актива (акция, фьючерс)  $S_0$ , руб., а опционы «пут» не могут стоить больше цены исполнения  $K$ , руб.:

$$c \leq S_0, \quad (1)$$

$$p \leq K, \quad (2)$$

где  $c$  и  $p$  – цены опционов «колл» и «пут» соответственно, руб.

При несоблюдении этих неравенств возникают арбитражные возможности. Так же для европейских опционов выполняется паритет опционов «колл» и «пут», а для американских – соблюдается двойное неравенство:

$$S_0 - K \leq C - P \leq S_0 - Ke^{-rT} \quad [8]. \quad (3)$$

### 1.3 Методы оценки опционов

Существующие методы оценки опционов можно разделить на две группы:

1. **Аналитические методы** позволяют получить стоимость опциона с помощью математически формул, например, формула Блэка-Шоулза для оценки стандартных европейских опционов [4];
2. **Численные методы** включают в себя биномиальный метод, метод конечных разностей, метод Монте-Карло и другие. Достоинство численной аппроксимации в том, что она позволяет оценить стоимость опционов, в том числе экзотических.

Для оценки американских опционов используется исключительно численная аппроксимация, причем при увеличении порядка опциона существенно увеличивается объем и, соответственно, время вычислений, ухудшается точность результата [4].

#### 1.3.1 Биномиальный метод

Построение биномиального дерева является одним из наиболее распространенных методов оценки фондовых опционов. Он демонстрирует разные варианты изменения цены базового актива в течение срока действия опциона. На каждом шаге по времени существует определенная вероятность того, что цена базового актива изменится на некую относительную величину. Общий вид одноступенчатого дерева приведен на рисунке 1 [3].

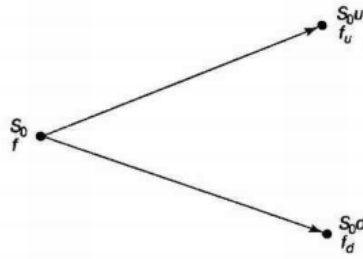


Рисунок 1 - Общее одноступенчатое дерево

Здесь  $S_0$  – цена базового актива,  $f$  – текущая стоимость фондового опциона,  $S_0u$  – возможная цена базового актива при его росте в  $u > 1$  раз через время  $T$ , а  $S_0d$  – возможная цена базового актива при его уменьшении в  $d < 1$  раз. В случае увеличения цены опцион приносит прибыль  $f_u$ , при снижении цены – прибыль  $f_d$ . Каждому узлу соответствует цена базового актива, указанная над ним, и стоимость опциона, указанная под узлом. Тогда с учетом безрисковой ставки  $r$ , %:

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1 - p)f_d], \quad (4)$$

где 
$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d}. \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) позволяют оценить стоимость опциона, используя одноступенчатую модель.

Рассмотрим общий случай двухступенчатой биномиальной модели.

Поскольку длина шага по времени теперь равна не  $T$ , а  $\Delta t$ , то формулы (4) и (5) примут вид

$$f = e^{-r\Delta t} [pf_u + (1 - p)f_d] \quad (6)$$

и 
$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}. \quad (7)$$

Повторно применяя формулу (4) для конечных узлов дерева и решая полученную систему уравнений, находим искомую цену опциона

$$f = e^{-2r\Delta t} [p^2 f_{uu} + 2p(1 - p)f_{ud} + (1 - p)^2 f_{dd}] \quad [10]. \quad (8)$$

В то время как формула (4) справедлива как для европейского, так и для американского опционов, система уравнений (8) не является достаточной для нахождения цены американского опциона. Причина этому заключается в

возможности досрочного исполнения американских опционов, поэтому, хотя стоимость американского опциона в конечных узлах дерева остаётся неизменной, в узлах, расположенных ближе к корню, она равна максимальной из двух величин: стоимости европейского опциона, вычисленной по формуле (8) и выигрыша от досрочного исполнения. Пример двухступенчатого дерева приведен на рисунке 2.

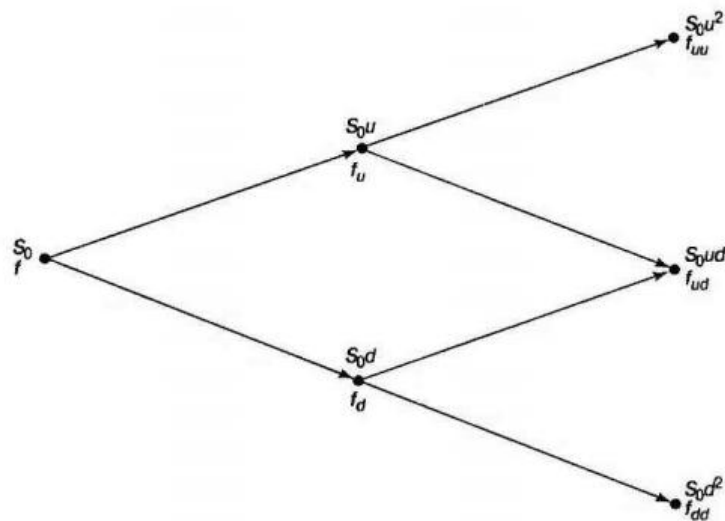


Рисунок 2 - Общее двухступенчатое дерево

Таким образом, биномиальная модель расширяется (а количество узлов увеличивается) с увеличением количества шагов  $\Delta t$ , а конечная формула выглядит все сложнее.

### 1.3.2 Метод Монте-Карло

Преимущество метода Монте-Карло заключается в том, что сложность расчетов при оценке опционов (в том числе и американских) не увеличивается с ростом порядка рассматриваемой задачи [5].

Существуют различные способы реализации данного метода, но их объединяет необходимость производить вычисления  $n$  раз (итераций), и при стремлении  $n$  к бесконечности, полученная оценка будет сходиться к оптимальной [4].

В данной работе для реализации метода Монте-Карло использовался вариант Broadie and Glasserman [6]. Он заключается в построении

биномиального дерева при начальных параметрах: значение волатильности базового актива  $\sigma$ , время до исполнения  $T$ , безрисковая процентная ставка  $r$ , начальная цена актива  $S_0$ , число разветвлений  $b$ , которые генерируются на каждом из  $d$  временных промежутков. Затем для данного дерева вычисляются значения нижней оценки  $\theta$  и верхней оценки  $\Theta$  стоимости опциона, а их среднее значение рассчитывается по формуле:

$$\hat{C} = \frac{1}{2} \max\{\max(S_0 - K, 0), \theta\} + \frac{1}{2} \Theta. \quad (9)$$

На этом заканчивается первая итерация, и среднее от полученных значений  $C$  при последующих итерациях сходится к искомой цене опциона.

### 1.3.3 Метод конечных разностей

Сущность данного метода заключается в формировании сетки, в которой на оси абсцисс располагаются  $M$  интервалов по времени до исполнения опциона  $T$ , на оси ординат –  $N$  интервалов по цене базового актива от  $S_{min}$  до  $S_{max}$ , а в узлах сетки располагаются вычисленные значения цены опциона  $C$  при соответствующих  $T$  и  $S$ . Считается, что цена исполнения опциона лежит в пределах от  $S_{min}$  до  $S_{max}$ .

Затем в уравнение Блэка-Шоулза

$$rC(t, x) \leq C_t(t, x) + rx C_x(t, x) + \frac{1}{2} \sigma^2 x^2 C_{xx}(t, x) \quad (10)$$

подставляются аппроксимированные значения производных  $C$  по времени и цене, и конечная формула выглядит так:

$$C_{i,j} = a_j^* C_{i+1,j-1} + b_j^* C_{i+1,j} + c_j^* C_{i+1,j+1} \quad (11)$$

где 
$$a_j^* = \frac{1}{1+r\Delta t} \left( -\frac{1}{2} rj\Delta t + \frac{1}{2} \sigma^2 j^2 \Delta t \right), \quad (12)$$

$$b_j^* = \frac{1}{1+r\Delta t} (1 - \sigma^2 j^2 \Delta t), \quad (13)$$

$$c_j^* = \frac{1}{1+r\Delta t} \left( \frac{1}{2} rj\Delta t + \frac{1}{2} \sigma^2 j^2 \Delta t \right), [9]. \quad (14)$$

Граничные условия вносятся с учётом свойств опциона «колл». Таким образом, стоимость опциона на нижней границе равна

$$C_{i,0} = 0, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad (15)$$

на верхней границе:

$$C_{i,M} = S_{max} - K, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad (16)$$

в момент времени  $T$ :

$$C_{N,j} = \max(j\Delta S - K, 0), \quad j = 0, 1, \dots, M. \quad (17)$$

После ввода граничных условий стоимость опциона вычисляется по формуле (11) для каждого узла сетки.

В этом заключается явный конечно-разностный метод. Однако при определенных значениях  $r$ ,  $\sigma$ ,  $N$  и  $M$  коэффициенты  $a^*$  и  $b^*$  принимают отрицательные значения, что приводит к неестественным результатам. Большую устойчивость проявляет конечно-разностный метод, реализованный неявно. [5] Хотя он тоже рассчитывается согласно уравнению Блэка-Шоулза (10), в нём используются другие аппроксимации производных

$$\frac{\partial}{\partial t} C(t, x) = \frac{C_{i+1,j} - C_{i,j}}{\Delta t}, \quad (18)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} C(t, x) = \frac{C_{i,j+1} - C_{i,j-1}}{\Delta S}, \quad (19)$$

$$\frac{\partial}{\partial x^2} C(t, x) = \frac{C_{i,j+1} + C_{i,j-1} - 2C_{i,j}}{\Delta S^2}, \quad (20)$$

и коэффициенты  $a, b, c$  находятся из системы  $M-1$  линейных уравнений, которая решается матричным способом с помощью встроенной в R функции  $solve(A, b)$ . Полученные коэффициенты подставляются в (11), и находится матрица значений цены опциона  $C$ .

#### 1.4 Применение нейронной сети с радиальными базисными функциями

В статье [2] рассматривается метод построения нейронной сети с радиальными базисными функциями для повышения эффективности и точности приближенного решения задачи динамического программирования (ПДП) для оценки стоимости пакетных американских опционов. ПДП аппроксимирует цену досрочного исполнения опциона на каждой итерации, что существенно упрощает расчеты, позволяя сократить время вычисления.

Для реализации этого метода в [2] были собраны исторические данные о пяти активах и сгенерированы 50 000 сценариев методом копулы-GARCH,

проведены тесты ARCH и Q-тест Ljung-Box, подтверждающие сохранение дисперсии и пригодности моделей типа GARCH для соответствующих временных рядов. Затем для сгенерированных сценариев строилась модель ПДП, основанная на нейронной сети с радиальными базисными функциями, к ней применялся *метод роя частиц* (МРЧ), пока не достигался необходимый критерий

$$\text{Min}(MSE) = \text{Min}(\frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (Y_i - \hat{Y}_i)^2), \quad (21)$$

где MSE (Mean square error) – средняя квадратическая ошибка,  $Y_i$  – целевое значение,  $\hat{Y}_i$  – соответствующее оцениваемое значение и  $l$  – количество итераций.

Входной вектор функции стоимости опциона  $V$  на выходе нейронной сети рассчитывался, как линейная комбинация соответствующих базисных функций

$$\hat{Y} = \sum_{p=1}^N w_p \varphi(\|V - c_p\|), \quad (22)$$

где  $\hat{Y}$  – выход сети,  $N$  – количество скрытых слоев сети,  $w_p$  – веса между  $p$ -ым скрытым слоем и выходом,  $c_p$  – центр  $p$ -го скрытого слоя, а  $\| \cdot \|$  – Евклидова норма. Радиальные базисные функции  $\varphi(\cdot)$  обычно рассматриваются как функции Гаусса из-за их гибкости:

$$\varphi(d) = e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}, \quad (23)$$

где  $d > 0$  – длина между центром  $c$  и точкой данных  $V$ , а  $\sigma$  – параметр ширины, который обрабатывает гладкость функции интерполяции.

Модель показала более точные результаты в смысле значения ошибок относительно биномиальной модели при сравнении с обычной моделью ПДП и моделью, использующей нейронные сети с радиальными базисными функциями без применения МРЧ.

## 1.5 Критерии точности аппроксимации

Для того, чтобы определить, насколько используемая аппроксимация является близкой к реальным значениями аппроксимируемой функции, применяют различные критерии для определения её точности.

Часто для этих целей используют критерий средняя ошибка аппроксимации. Он реализуется по следующей формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum \|y_i - y_x\|}{ny_i} 100\% , \quad (24)$$

где  $y_x$  - расчетное значение по уравнению,  $y_i$  - значение аппроксимации в соответствующей точке,  $n$  – число точек [11].

Значение средней ошибки аппроксимации до 10% свидетельствует о хорошо подобранной модели уравнения.

Так же применяют метод наименьших квадратов, который основывается на минимизации суммы квадратов отклонений функций от искомых переменных:

$$\sum_i (y_i - f_i(x))^2 \rightarrow \min . \quad (25)$$

## 1.6 Пакеты для работы с опционами

В R реализованы следующие пакеты для работы с опционами:

1. **fOptions** и **RQuantLib** обеспечивают комплексную программную основу для количественного финансирования. Их задача состоит в том, чтобы предоставить стандартную библиотеку с открытым исходным кодом для количественного анализа, моделирования, торговли и управления рисками финансовых активов. С их помощью можно оценивать стоимость опционов различными встроенными методами;
2. **AmericanCallOpt** включает в себя набор функций ценообразования для американских опционов колл;

Использование готовых пакетов и библиотек позволяет существенно упростить работу с деривативами, так как экономит время на реализацию

собственных моделей.. Так же имеется возможность сравнения эффективностей самостоятельно построенных моделей с уже реализованными в пакетах.

### **1.7 Случаи досрочного исполнения американских опционов**

В [7] показано, что для бездивидендных акций досрочное исполнение американского опциона «колл» никогда не является оптимальной стратегией. Причиной этому служит не только то, что опцион страхует инвестора от рисков, но и временная стоимость денег, из-за которой владельцу опциона выгоднее как можно позднее выплачивать цену исполнения. Если же цена акции сильно переоценена, то инвестору выгоднее продать опцион, а не исполнять его.

С другой стороны досрочное исполнение опциона на продажу бездивидендных акций может оказаться оптимальным решением. Опцион следует исполнять в тот момент, когда он приносит достаточно большую прибыль. В общем случае досрочное исполнение опциона «пут» становится более выгодным, когда цена акции  $S_0$  падает, ставка  $r$  растёт или волатильность уменьшается [3].

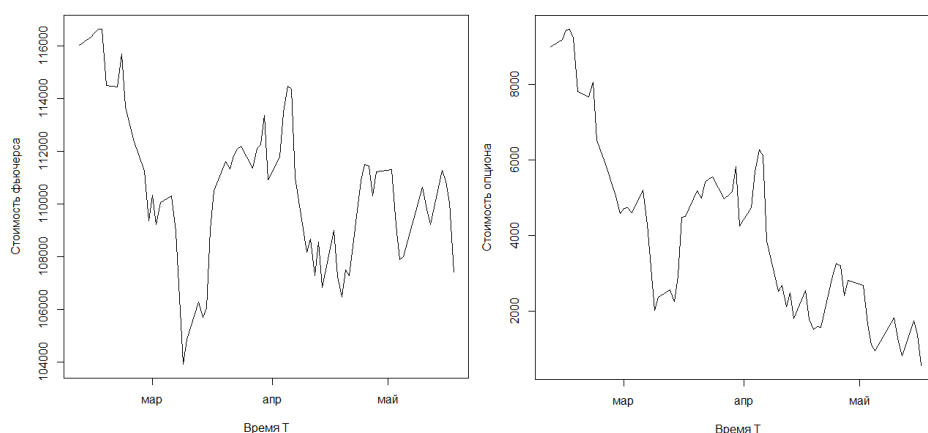
Есть исключения, когда досрочное исполнение опциона «колл» может быть выгодным:

1. Если ожидается выплата дивидендов, то опцион следует исполнять непосредственно перед наступлением даты «без дивидендов»;
2. Если нет возможности продать без покрытия базовый актив или продать сам опцион или хеджировать, и он достиг максимума своей стоимости, но только если инвестору срочно понадобились деньги;
3. Если рынок неэффективен и появляется возможность для арбитража;
4. Если существует какой-то внешний фактор, из-за которого есть вероятность потерять опцион;
5. Если процентная ставка без риска по какой-либо причине является отрицательной.

## 2 Результаты проведенного исследования

### 2.1 Сбор и обработка исходных данных

Исторические данные стоимости опциона «колл» на фьючерсный контракт на Индекс РТС с ценой страйк равной 110 000 р. и исторические данные изменения цены самого базового актива (фьючерса) были выгружены в формате csv. В R были загружены значения столбцов, соответствующие датам и расчётным ценам деривативов и занесены в массивы. На рисунках 3 и 4 можно видеть полученные результаты в виде графиков.



Рисунки 3,4 – Зависимости цены фьючерса (слева) и стоимости опциона «колл» (справа) от времени T

### 2.2 Реализация метода Монте-Карло

В R были построены функции для генерации деревьев и вычисления нижней  $\theta$  и верхней  $\Theta$  оценок стоимости опциона «колл» с заданными значениями волатильности базового актива  $\sigma$ , времени до исполнения  $T$ , безрисковой процентной ставки  $r$ , начальной цены актива  $S_0$ , числа разветвлений  $b$ , которые генерируются на каждом из  $d$  временных промежутков.

В соответствии с выбранным контрактом,  $S_0 = 116040$ ,  $T=97/365$ ,  $\sigma = 0.1$ ,  $r=0.05$ , а для простоты вычислений принято  $b=3$ ,  $d=3$ .

Проведена проверка сходимости метода при произвольных начальных параметрах: для каждой из 10 000 итераций генерировалось биномиальное

дерево, по формуле (11) вычислялась стоимость опциона для конкретной итерации и сохранялась в массив. На рисунке 5 отображена сходимость среднего значения от полученных  $C$  при увеличении числа итераций  $n$ .

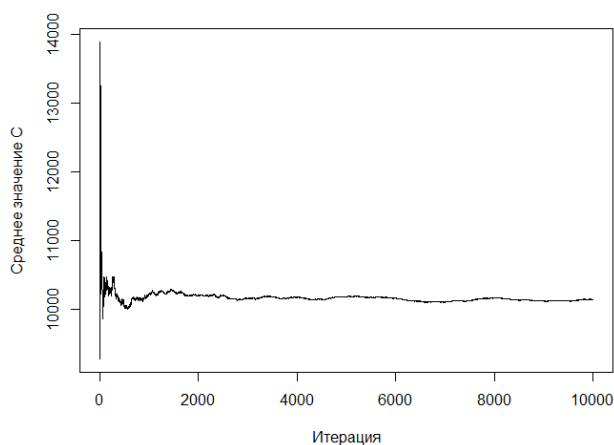


Рисунок 5 - Зависимость среднего значения  $C$  от увеличения числа итераций

Как можно видеть, среднее значение  $C$  сходится к определенному теоретическому значению стоимости опциона. Поскольку входные параметры были выбраны произвольно, можно сделать вывод о сходимости всей модели.

В качестве завершения реализации модели был построен алгоритм вычисления стоимости опциона на рассматриваемом временном промежутке с изменением времени до исполнения  $T$  и начальной цены  $S_0$  так, чтобы она соответствовала цене фьючерса РТС в данный момент.

### 2.3 Реализация конечно-разностного метода

Для реализации конечно-разностного метода в R были взяты элементы кода из [5] для оценки стоимости опциона «пут».

Поскольку метод Монте-Карло реализован для опциона «колл», самостоятельно написан код для расчёта стоимости опциона «колл» конечно-разностным методом. Явный метод не рассматривался из-за возможности получения отрицательных коэффициентов в уравнении при его расчете.

Была построена функция создания сетки и внесения в её узлы значений стоимости опциона при соответствующих значениях времени  $T$  и цены базового актива  $S$ . Входными параметрами функции являются  $S_{min} = 100000$ ,

$S_{max} = 120000$ ,  $S_{min} = 100000$ ,  $\sigma = 0.1$ ,  $r = 0.05$ ,  $K = 110000$ ,  $T = 97/365$ ,  $N = 97$ ,  $M = 200$ .

Написан код, который позволяет определять номер элемента в сетке, соответствующий определенному значению фьючерса на временном ряде так, чтобы была возможность сопоставить полученные результаты с реальными значениями стоимости опциона.

Так же была написана функция для отображения полученной сетки, с её помощью проверялась работоспособность программы.

Пример построения сетки размером 10x10 представлен на рисунке 6.

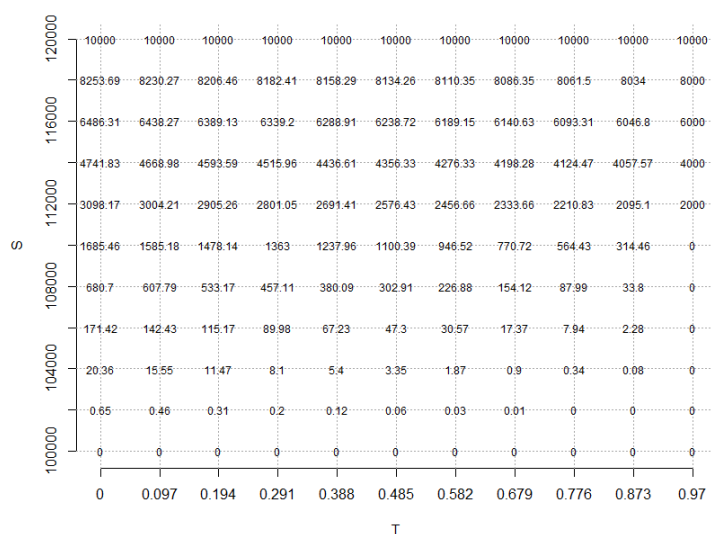
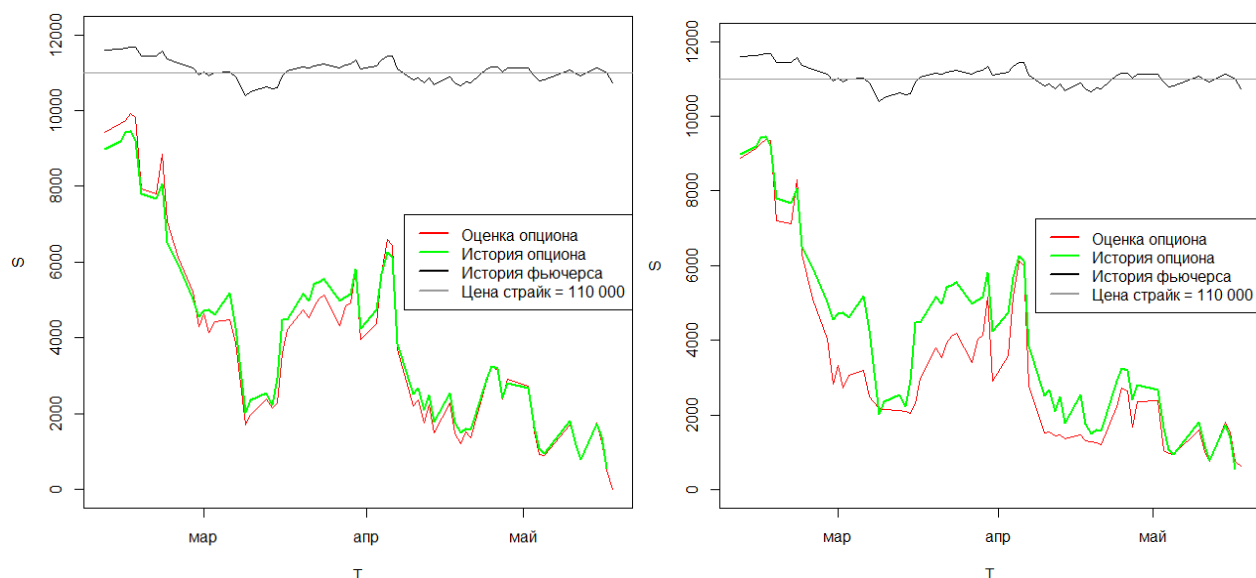


Рисунок 6 – Пример построения сетки размером 10x10 для реализации конечно-разностного метода

## 2.4 Сравнение исторических данных с аппроксимациями

Для сравнения полученных результатов работы модели с реальными данными были написаны функции, сопоставляющие значения цен фьючерса, опциона и значений полученных аппроксимаций, занесенные в векторы, а так же функции, отображающие все три вектора на одном временном промежутке в виде графиков.

Графики применения метода Монте-Карло и неявного конечно-разностного метода для оценки стоимости опциона «колл» в зависимости от времени  $T$  представлены на рисунках 7 и 8 соответственно.



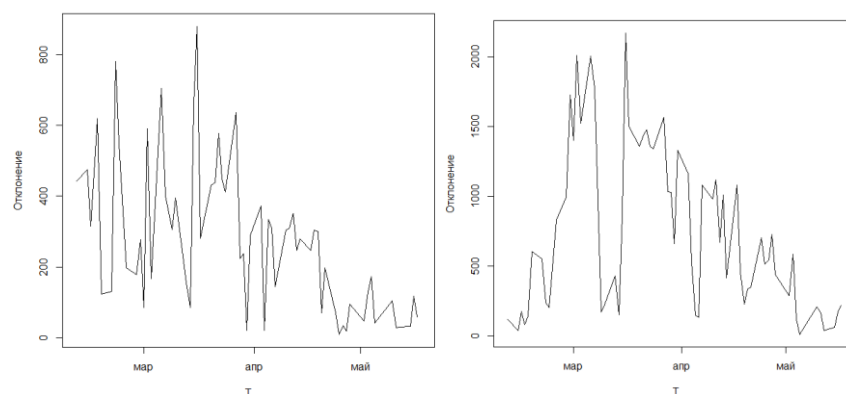
Рисунки 7,8 - Результаты применения метода Монте-Карло (слева) и неявного конечно-разностного метода (справа)

На данных графиках отображены исторические данные стоимости опциона (зеленая линия), результаты аппроксимаций (красная линия) и исторические данные цены на фьючерсный контракт на Индекс РТС (черная линия), смасштабированной в 10 раз для сопоставимости графиков, а горизонтальная серая линия соответствует цене страйк равной 110 000 (здесь тоже смасштабирована в 10 раз). Таким образом, прослеживается сильное снижение стоимости опциона при падении цены фьючерса ниже цены исполнения, и наоборот.

Анализируя графики, можно сказать, что при наличии отклонений в значениях стоимости опциона, графики всё же демонстрируют схожее поведение с реальными данными в смысле зависимости стоимости опциона от изменения цены базового актива.

## 2.5 Выбор наилучшей аппроксимации

Графики отклонений по модулю модельных значений стоимости опциона от реальных представлены на рисунках 9 и 10.



Рисунки 9,10 – Графики отклонений по модулю результатов применения метода Монте-Карло (слева) и неявного конечно-разностного метода (справа) от реальных значений

Средняя ошибка аппроксимации, вычисленная по формуле (24), для метода конечных разностей равна 28,67%, а для метода Монте-Карло – 8,47%, следовательно, метод Монте-Карло можно считать более точным.

Не смотря на то, что реализуемый метод Монте-Карло по критерию средней ошибки аппроксимации достаточно точный (суммарная ошибка <10%), погрешность всё равно слишком велика, чтобы применять данный метод в торговых моделях, ведь полученные 8,47% ошибки могут нейтрализовать любой ожидаемый доход от планируемых сделок и даже привести к убыткам.

Неудовлетворительный результат оценки конечно-разностным методом обусловлен неточностью формул и входных параметров, ошибкой самого метода, специфичностью рассматриваемого опциона, возможной нестабильности рынка. На рисунке 8 видно, что на большей части рассматриваемого временного интервала модельные результаты принимают значения меньше реальных, следовательно, метод может быть улучшен, если уточнить коэффициенты в формулах, адаптировать модель для условий конкретного рынка и выбранного контракта.

Оба метода могут быть улучшены введением поправок на выплату дивидендов. Меньшей ошибки аппроксимации методом Монте-Карло можно добиться, увеличив количество итераций и разветвлений генерируемого дерева. Так же возможны улучшения алгоритмов реализации рассматриваемых методов.

### **3 Социальная ответственность**

В настоящее время все больше внимания уделяется вопросам безопасности трудящихся на рабочем месте. Одной из главных задач является охрана здоровья трудящихся, ликвидация различных видов производственных травм и заболеваний.

С каждым годом все большее применение находят электронно-вычислительные машины (ЭВМ) как на производстве, так и для научно-исследовательских и конструкторских работ, а также в сфере управления и образования. Компьютеры уже завоевали свое место на предприятиях, в организациях, офисах и даже в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это предъявляет к каждому пользователю персонального компьютера требование – знать о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

#### **3.1 Описание рабочего места**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрена проектировка рабочего места и помещения, в котором оно находится.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ,

электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании рабочей зоны необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как рабочая зона находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

Результатами разработки данного раздела будут являться достижение следующих целей:

- выявление и изучение вредных и опасных производственных факторов при работе с ПЭВМ;
- оценка условий труда;
- определение способов снижения действия вредных факторов до безопасных пределов или, по возможности, полного их исключения;
- рассмотрение вопросов техники пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

### **3.2 Анализ опасных и вредных факторов**

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. При изменении уровня и времени воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными.

Опасными считаются производственные факторы, воздействие которых на работающего в конкретных условиях может привести к травмам, а также другим внезапным резким ухудшениям здоровья.

При работе с ПЭВМ пользователь (оператор, программист) подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов:

1. электромагнитных полей;
2. электростатических полей;

3. шуму и вибрации;
4. микроклимат в помещении;
5. освещенность рабочей зоны;
6. психофизиологические факторы.

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям. Кроме того, вынужденная неудобная рабочая поза (в большинстве случаев в ограниченном пространстве), длительное сосредоточенное наблюдение, из которого 20% приходится на непосредственное наблюдение за экраном ВДТ, вызывают повышенное напряжение мышц зрительного аппарата, а в комплексе с неблагоприятными производственными факторами обуславливают развитие общего утомления и снижение работоспособности.

Отрицательное воздействие ПЭВМ на человека носит комплексный характер комбинации вредных и опасных производственных факторов:

1. монитор компьютера является источником: электромагнитного поля (ЭМП); электростатического поля; рентгеновского излучения; вредного действия светового потока и отраженного света;
2. значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат в результате несовершенства способов создания изображения на экране монитора;
3. работа компьютера сопровождается акустическими шумами, включая ультразвук;
4. несоблюдение эргономических параметров, обеспечивающих безопасность приёмов работы пользователя ПЭВМ: гигиенических и психофизиологических, антропометрических и эстетических может повлечь снижение эффективности действий человека.

Характеристика помещения, где была разработана бакалаврская работа: ширина комнаты составляет  $b = 4$  м, длина  $a = 6$  м, высота  $H = 2,8$  м. Тогда площадь помещения будет составлять  $S = ab = 24$  м<sup>2</sup>, объем  $V = abh = 72$  м<sup>3</sup>. В помещении имеется окно, через которое осуществляется

вентиляция помещения. В помещении отсутствует принудительная вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется через дверь и окно, вентиляция является естественной. В зимнее время помещение отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Конструкция стола соответствует нормам СН 245-78. Стол оборудуется специальными ящиками с необходимыми для работы предметами. Электроснабжение сети переменного напряжения 220В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ 12.1.013-78.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0.77 м, обладает следующими характеристиками: процессор AMD A8, оперативная память 8 ГБ, система Microsoft Windows 8.1, частота процессора – 2,00 ГГц, PnP 15,6-и дюймовый монитор с разрешением 1366 на 768 точек и частотой 60 Гц.

Наиболее правильная организация рабочего места позволяет значительно снять напряженность в работе, уменьшить неблагоприятные чрезмерные нагрузки на организм и, как следствие, повысить производительность труда.

Место для работы на компьютере и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При устройстве рабочего места человека, работающего за ПК необходимо соблюсти следующие основные условия: наилучшее местоположение оборудования и свободное рабочее пространство.

Основными элементами рабочего места являются стол и стул, т.к. рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места определяет порядок и местоположение предметов, в особенности тех, которые для работ необходимы чаще.

Основные зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости показаны на рисунке 11.

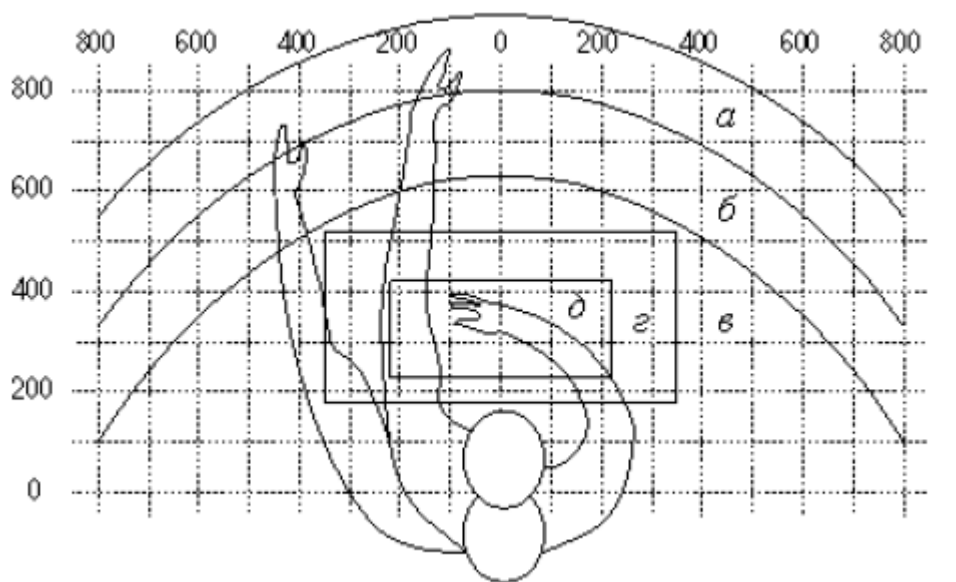


Рисунок 11 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грудной работы; д – оптимальное пространство для тонкой работы

В соответствии с этим, принимается следующее оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

1. дисплей размещается в зоне **а** (в центре);
2. системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
3. клавиатура - в зоне **г/д**;
4. манипулятор «компьютерная мышь» - в зоне **в** справа;
5. сканер в зоне **а/б** (слева);
6. принтер находится в зоне **а** (справа);
7. документация, необходимая при работе в зоне **в**, а в выдвижных ящиках стола - литература, используемая не постоянно.

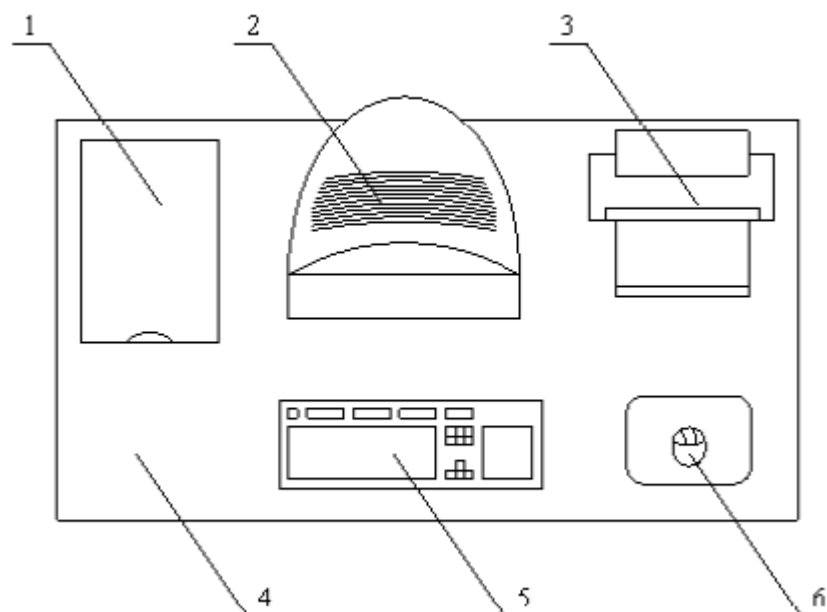


Рисунок 12 – Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе: 1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь»

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься 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.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420–550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500–600 мм. Согласно нормам угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень

контрастности и яркости изображения на экране. Должна предусматриваться возможность регулирования экрана.

Рабочие места с компьютерами должны размещаться так, чтобы расстояние от экрана одного монитора до тыла другого было не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ даны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Все параметры рабочего стола удовлетворяют нормативным требованиям.

Для внутренней отделки интерьера помещений, должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

Для прекращения неблагоприятного воздействия вредных факторов при работе с ВДТ и ПЭВМ определены санитарно-гигиенические требования к обеспечению безопасных условий труда. Последствия воздействия этих факторов на организм оператора ЭВМ зависят от их интенсивности, продолжительности и режимов действия.

### **3.3 Микроклимат в помещении**

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с ЭВМ устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 . Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождаемая незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

| Сезон года | Категория тяжести выполняемых работ | Температура, С°      |                     | Относительная влажность, % |                     | Скорость движения воздуха, м/сек |                     |
|------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
|            |                                     | Фактическое значение | Допустимое значение | Фактическое значение       | Допустимое значение | Фактическое значение             | Допустимое значение |
| Холодный   | Ia                                  | (22÷24)              | (19÷24)             | 55                         | (15÷75)             | 0,1                              | ≤0,1                |
| Теплый     | Ia                                  | (23÷25)              | (20÷28)             | 55                         | (15÷75)             | 0,1                              | ≤0,2                |

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном

микроклимате, и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегрева работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников. Защита от охлаждения осуществляется посредством одежды, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТ 29335—92 и 29338—92 "Костюмы мужские и женские для защиты от пониженных температур. Технические условия".

### **3.4 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.

Существует три вида освещения: естественное — за счёт солнечного излучения, искусственное — за счёт источников искусственного света и совмещенное — освещение, включающее в себя как естественное, так и искусственное освещения.

Оценка освещенности рабочей зоны проводится в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03.

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-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности  $i$ .

$$i = \frac{S}{(a+b)h} \quad (26)$$

где  $S$  – площадь помещения;

$h$  – расчетная высота подвеса светильника, м;

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

Высота светильника над рабочей поверхностью  $h$

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,5 = 1,55$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности, м;

$h_c$  – высота свеса светильников, м;

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности  $i$  равен

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

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,7 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,7} = 2,35 \approx 2$$

После первого расчета светового потока при числе рядов светильников равном 2, необходимый световой поток светильника вышел за пределы требуемого диапазона, поэтому увеличим число рядов светильников в помещении до трех –  $Nb=3$ .

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,7} = 3,53 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12$$

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:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,7}{3} = 0,57 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен в приложении А.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (27)$$

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

$S$  – площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

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

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, в связи с этим  $K_3 = 1,5$ ; 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  $\rho_{\text{П}} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 50\%$ , и индексе помещения  $i = 1,55$  равен  $\eta = 0,47$ .

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

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

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

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

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

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

### 3.5 Электромагнитное поле

ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека, что может повлечь следующие последствия: биохимические изменения в клетках и тканях; нарушения условно - рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга,

изменения межнейронных связей, отклонения в эндокринной системе; вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию может наблюдаться повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей и так далее.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:
  - 1.1 в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
  - 1.2 в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.
2. Плотность магнитного потока должна быть не более:
  - 2.1. в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
  - 2.2. в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ
  - 1.1. защита временем;
  - 1.2. защита расстоянием;
  - 1.3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
  - 1.4. экранирование источника;
  - 1.5. защита рабочего места от излучения;
2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя
  - 2.1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
  - 2.2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO<sub>2</sub>).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

### **3.6 Электростатическое поле**

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

### **3.7 Электробезопасность**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Помещение, где была разработана бакалаврская работа, принадлежит к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током, вследствие этого к оборудованию предъявляются следующие требования:

1. экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);
2. применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземления – основной показатель заземляющего устройства, определяющий его способность выполнять свои функции и определяющий его качество в целом.

Сопротивление заземления зависит от площади электрического контакта заземлителя (заземляющих электродов) с грунтом (“стекание” тока) и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель (“впитывание” тока). Согласно ПЭУ номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

1. изолирующие штанги;
2. изолирующие и электроизмерительные клещи;
3. диэлектрические перчатки; изолированный инструмент.

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами – диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей. Изолирующие клещи выполняют из пластмассы.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Электрозащитные средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяют на классы:

1. от повышенного уровня электромагнитных излучений;
2. от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
3. от поражения электрическим током;
4. от повышенного уровня статического электричества.

К средствам защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений относятся оградительные устройства, защитные покрытия, герметизирующие устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, устройства дистанционного управления, знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей относятся оградительные устройства, защитные заземления, изолирующие устройства и покрытия, знаки безопасности.

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и зануления, устройства автоматического отключения, устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения, устройства дистанционного управления, предохранительные устройства, молниеотводы и разрядники, знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся заземляющие устройства, нейтрализаторы, увлажняющие устройства, антиэлектростатические вещества, экранирующие устройства.

Таким образом, в шахтах для местного освещения должно использоваться напряжение не выше 12 В. При ведении открытых горных работ для питания ручных переносных ламп должно применяться линейное напряжение не выше 36 В переменного тока и до 50 В постоянного тока, а при тепловозной тяге - до 75 В постоянного тока. Смертельным для человека является ток силой 0,1 А и выше.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

### **3.8 Производственный шум**

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Уровень шума на рабочем месте математиков-

программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

Для снижения шума применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощение и установка глушителей шума, в том числе акустическая обработка поверхностей помещения.

Наиболее эффективным средством является борьба с шумом в источнике его возникновения. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, шире использовать принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей. Снижения аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, улучшением аэродинамики конструкции, звукоизоляции и установкой глушителей. Электромагнитные шумы снижают конструктивными изменениями в электрических машинах.

Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин и др. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон и т.п.).

СИЗ применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Они включают в себя применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц.

Вибрация оборудования на рабочих местах не должна превышать допустимых величин, установленных ГОСТ 12.1.012-96.

### **3.9 Психофизиологические факторы и опасные факторы**

Значительное умственное напряжение и другие нагрузки приводят к переутомлению функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата рук. Нерациональное расположение элементов рабочего места вызывает необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт вызывает повышенное позвоночное напряжение мышц и обуславливает развитие общего утомления и снижение работоспособности.

При длительной работе за экраном дисплея появляется выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворительность работы, головные боли, усталость и болезненное ощущение в глазах, в пояснице, в области шеи, руках.

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа на 15 минут.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентируемых перерывов, и после окончания рабочего дня.

### **3.10 Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

Основными отходами являются черновики бумаги и отработавшие люминесцентные лампы. Бумагу направляют на утилизацию, а люминесцентные лампы собирают и направляют на утилизацию в соответствующую организацию.

При выполнении бакалаврской работы никакого ущерба окружающей среде нанесено не было.

### **3.11 Чрезвычайные ситуации**

#### **3.11.1 Защита в чрезвычайных ситуациях**

В Томске преобладает континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют.

Возможными ЧС могут быть сильные морозы, диверсия, авария.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели, бензоэлектростанции, теплый транспорт для доставки сотрудников. Количества и мощности обогревателей должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекращалась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

На любом производственном процессе так же возможны аварии, которые могут повлечь за собой серьезные последствия и нанести ущерб как людям, так и окружающей среде.

Возможны транспортные аварии, сопровождающиеся крушением поездов, речных и морских грузовых судов, так же они могут происходить на магистральных трубопроводах и др.

Наиболее опасны аварии на атомных станциях, производствах, работающих с химическими веществами и т.д. Они сопровождаются выбросом химически опасных веществ (ХОВ), радиоактивных веществ, биологически опасных веществ (БОВ).

Аварии на электроэнергетических системах ведут к долговременному перерыву электроснабжения всех потребителей, аварии в канализационных системах и очистных сооружениях – к массовому выбросу загрязняющих веществ, особенно опасны аварии на тепловых сетях в холодное время года.

### **3.11.2 Пожарная безопасность**

Под пожарной безопасностью понимают состояние объекта народного хозяйства или иного назначения, при котором путем выполнения правовых норм, противопожарных и инженерно-технических мероприятий исключается или снижается вероятность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Обеспечение пожарной безопасности достигается комплексом организационных, противопожарных и специальных мероприятий,

направленных на исключение условий возникновения пожаров и воздействия на людей опасных факторов пожара или его максимальное уменьшение, а также для обеспечения защиты материальных ценностей, в числе которых:

1. прогнозирование возможной пожарной опасности;
2. проведение инженерно-технических и пожарно-профилактических мероприятий по повышению противопожарной устойчивости городов, других населенных пунктов и объектов народного хозяйства (экономики);
3. соответствующая подготовка пожарных служб населения,
4. создание постов из числа работающих;
5. оценка пожарной обстановки и наблюдение за ней;
6. обеспечение необходимого количества средств пожаротушения;
7. разведка очагов пожаров;
8. функционирование средств сигнализации и оповещения;
9. локализация и тушение пожаров.

При возникновении пожара главной задачей, как и в любой ЧС, является спасение людей. Особенностью пожаров являются образование дыма и других газообразных продуктов горения, которые и являются в первую очередь причинами гибели или тяжелого поражения людей. Другая особенность заключается в паническом страхе человека перед огнем, который выражается в полной потере самообладания и беспредельном желании "убежать" от пламени. В этой ситуации люди прыгают с любого этажа, в воду и т.д.

К числу простых, но надежных мероприятий, относится обеспечение путей эвакуации из зоны пожара, включая заранее разработанный и доведенный до сведения людей план вывода из помещения, изображенный графически на видном месте, обозначение световыми сигналами мест выхода; обеспечение обозначенных проходов и проездов свободными. Пути выхода с верхних этажей должны быть наружными или иметь постоянно открытые выходы дыма.

#### Классификация огнетушителей:

1. углекислотные огнетушители (ОУ-2) предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электроустановок под напряжением до 10000 В (10кВ), двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей. Ими запрещается тушить материалы, горение которых происходит без доступа воздуха;
2. пенные огнетушители (ОВП-4) предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и материалов, ЛВЖ и ГЖ, кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок без напряжения. Ими запрещается тушить электроустановки под напряжением;
3. порошковые огнетушители (ОП-5) предназначены для тушения пожаров и загораний нефтепродуктов, ЛВЖ и ГЖ, растворителей, твердых веществ, а также электроустановок под напряжением до 1000 В (1кВ);
4. Огнетушитель химический воздушно-пенный - ручной ОХВП-10 предназначен для тушения начальных загораний твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, за исключением щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Запрещается использовать огнетушитель ОХВП-10 для тушения загоревшихся электроустановок, находящихся под напряжением.
5. Аэрозольные генераторы «Пурга» Служат для автоматического или ручного тушения загораний в производственных и бытовых помещениях объемом до 200 кв.м. При срабатывании выделяется высокодисперсный аэрозоль, который тормозит пламенное горение.

Элементы электронных систем в современных компьютерах размещены с довольно высокой плотностью. Расположение в непосредственной близости друг от друга соединительных проводов и коммуникационных кабелей также вызывает опасность. Электрический ток, протекающий по ним, выделяет

значительное количество теплоты. В отдельных узлах она повышается 80-100 °С. Это значит, что в соединительных проводах может возникнуть процесс оплавления изоляции или их оголения. Следствием этого становится короткое замыкание, которое сопровождается искрением. А это - недопустимые перегрузки элементов электронных схем. Их перенагревание дает сгорание в виде разбрызгивающихся искр.

Чтобы отвести избыточное тепло от компьютера используют системы кондиционирования и вентиляции воздуха. Однако этими системами обеспечивается подача кислорода, который способен быстро распространять огонь, поэтому подобные системы становятся дополнительной пожарной опасностью в машинных залах и других помещениях. В вычислительных центрах установка пожарных кранов в коридорах, на площадках лестничных клеток и у входов способствует защите помещений от нежелательного возгорания. Потушить пожар можно также с помощью ручных углекислотных огнетушителей, установленных в помещениях из расчета один огнетушитель на 40-50 м<sup>2</sup>.

План эвакуации из помещения, где была разработана бакалаврская работа, представлен в приложении Б.

Оценивая пожарную опасность этого помещения, можно отнести его к пожароопасному помещению (категория В), поскольку в нём расположены деревянные столы и большое количество кабелей. В помещении отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости и т.д., а в процессе обращения с аппаратурой помещения не возникает воспламенения веществ, не используется топливо, огнетушители равномерно распределены по помещению.

### **3.12 Перечень нормативно-технической документации**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

2. ГОСТ 7.1 – 2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
3. ГОСТ 12.4.011-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация.
4. ГОСТ 12.1.012-96 Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.036-81 Система стандартов безопасности труда. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
6. ГОСТ 12.0.002-80 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
7. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 12.1.013-78 ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
10. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.
11. ГОСТ 12.4.154-85 Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.
12. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности.
13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
15. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

16. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

### **3.13 Выводы**

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана бакалаврская работа, 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.

## **4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **4.1 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).

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, для коммерческих организаций критериями сегментирования могут быть: месторасположение, отрасль, выпускаемая продукция, размер и др. Для физических лиц: возраст, пол, национальность, образование, уровень дохода, социальная принадлежность, профессия.

Оценка стоимости опциона нужна для разработки правильной торговой стратегии, определения, насколько выгодна определенная сделка на бирже.

Потенциальные потребители результатов исследования:

- мелкие инвесторы;
- институциональные инвесторы;
- брокеры-дилеры;
- маркет-мейкеры.

|                 |                             | Виды использования опционов                                                        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                             | Спекулятивные операции                                                             |                                                                                     | Хеджирование рисков                                                                 |                                                                                     |
| Вид потребителя | Мелкие инвесторы            |  |  |                                                                                     |                                                                                     |
|                 | Институциональные инвесторы |  |  |  |  |
|                 | Брокеры-дилеры              |  |  |  |  |
|                 | Маркет-мейкеры              |  |  |  |  |

Фирма А



Фирма Б



Рисунок 13 – Карта сегментирования рынка услуг по виду использования опционов

Мелкие инвесторы — индивидуумы, покупающие и продающие опционы на свои собственные деньги и во имя личной выгоды.

Институциональные инвесторы — профессиональные трейдеры больших организаций вроде взаимных фондов, хедж-фондов и т. д. Чаще всего они страхуют с помощью опционов риски, связанные с их позициями в базовых ценных бумагах, но могут вести торговлю с целью чистой спекуляции.

Брокеры-дилеры — фирмы, которые принимают заявки от клиентов и затем гарантируют, что они будут исполнены на свободном рынке по лучшей доступной цене.

Маркет-мейкер — фирма, которая берёт на себя риск приобретения и хранения на своих счетах ценных бумаг определённого эмитента с целью организации их продаж.

Таким образом, если некоторая фирма А является инвестором, то её отдельные инстанции могут выполнять роль «мелкого инвестора», а отделы главного офиса компании заниматься так же и хеджированием рисков.

Фирма Б является брокерской конторой, которая работает как с отдельными клиентами, так и с биржей, на которой выступает в роли маркет-мейкера. Так же для своих личных целей может совершать мелкие сделки, если считает их достаточно прибыльными.

Подводя итоги, можно сказать, что было проведено сегментирование рынка, различные фирмы могут выступать как в роли покупателей опционов, так и в роли продавцов, и возможность достаточно точно оценить стоимость торгуемого опциона является основой любой прибыльной сделки.

#### **4.2 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основными конкурентами являются организации, деятельность которых связана с использованием вычислительной техники и информационных технологий и последующим написанием программного обеспечения.

Конкурентами рассматриваемых аппроксимаций при оценке стоимости опционов американского типа могут выступать оценки, основанные на других методах. В то время, как в данной работе были рассмотрены методы конечно-разностный (явный и неявный) и метод Монте-Карло, могут быть конкурентные решения с использованием других методов оценки американских опционов. Таким образом, рассмотрим оценочную карту, если первый

конкурент производит оценку опционов, используя биномиальный метод ( $k_1$ ), а второй конкурент реализует метод Монте-Карло с помощью встроенного ( $k_2$ ).

Таблица 2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки                                                  | Вес критерия | Баллы          |                 |                 | Конкурентоспособность |                 |                 |
|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|                                                                  |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>        | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности                 |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 1. Скорость расчёта                                              | 0,08         | 4              | 4               | 5               | 0,32                  | 0,32            | 0,4             |
| 2. Удобство использования выбранной модели                       | 0,05         | 4              | 3               | 5               | 0,2                   | 0,15            | 0,25            |
| 3. Простота понимания модели                                     | 0,04         | 4              | 4               | 4               | 0,16                  | 0,16            | 0,16            |
| 4. Качественный интерфейс программы                              | -            |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 5. Надежность программы                                          | 0,05         | 5              | 4               | 4               | 0,25                  | 0,2             | 0,2             |
| 6. Сходимость модели                                             | 0,06         | 4              | 3               | 4               | 0,24                  | 0,18            | 0,24            |
| 7. Потребность в ресурсах памяти                                 | 0,06         | 5              | 5               | 5               | 0,3                   | 0,3             | 0,3             |
| 8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)         | 0,04         | 4              | 4               | 4               | 0,16                  | 0,16            | 0,16            |
| 9. Адаптивность метода                                           | 0,04         | 3              | 3               | 3               | 0,12                  | 0,12            | 0,12            |
| 10. Возможность расчётов через облако                            | 0,02         | 5              | 4               | 4               | 0,1                   | 0,08            | 0,08            |
| 11. Применимость метода для опционов с разными базовыми активами | 0,03         | 5              | 5               | 5               | 0,15                  | 0,15            | 0,15            |
| 12. Точность расчетов                                            | 0,1          | 5              | 3               | 4               | 0,5                   | 0,3             | 0,4             |
| Экономические критерии оценки эффективности                      |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 1. Конкурентоспособность продукта                                | 0,08         | 5              | 2               | 3               | 0,4                   | 0,16            | 0,24            |
| 2. Уровень проникновения на рынок                                | 0,07         | 3              | 3               | 5               | 0,21                  | 0,21            | 0,35            |
| 3. Цена                                                          | 0,06         | 5              | 4               | 5               | 0,3                   | 0,24            | 0,3             |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации                              | -            |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 5. Послепродажное обслуживание                                   | 0,06         | 5              | 5               | 4               | 0,3                   | 0,3             | 0,24            |
| 6. Финансирование научной разработки                             | 0,07         | 5              | 5               | 5               | 0,35                  | 0,35            | 0,35            |

|                                           |      |    |    |    |      |      |      |
|-------------------------------------------|------|----|----|----|------|------|------|
| <b>7. Срок выхода на рынок</b>            | 0,06 | 4  | 5  | 5  | 0,24 | 0,30 | 0,30 |
| <b>8. Наличие сертификации разработки</b> | 0,03 | 3  | 3  | 5  | 0,09 | 0,09 | 0,15 |
| <b>Итого</b>                              | 1    | 78 | 69 | 79 | 4,39 | 3,77 | 4,39 |

Выбор технических критериев оценки ресурсоэффективности обусловлен ожиданиями эффективности полученных результатов и минимизации затрат по их получению. Желаемым результатом является высокая скорость расчетов, низкая потребность в ресурсах памяти, простота понимания используемых моделей, интерпретации результатов, возможность исправить код программы под личные нужды. Поскольку программа представлена в виде кода или функции, которая используется на языке программирования R, собственного интерфейса у неё нет.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i, \quad (28)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $B_i$  – вес показателя (в долях единица);  $B_i$  – балл i-го показателя.

По результатам сравнения конкурентных технических решений можно сказать, что реализуемый проект не уступает в ресурсоэффективности и с экономической точки зрения уже реализованному пакету к2 и превосходит по большинству критериев биномиальный метод к1.

#### 4.3 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.

Таблица 3 - Матрица SWOT

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Применение в любых организациях, специализирующихся на торговле опционами</p> <p>С2. Низкая конкуренция на российском рынке по сравнению с европейским рынком</p> <p>С3. Простота использования программы</p> <p>С4. Сравнение нескольких методов анализа и выбор наилучшего из них</p> | <p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Большая теоретическая база применяемых математических методов</p> <p>Сл2. Необходимость работы с большим количеством данных</p> <p>Сл3. Оценка стоимости опционов на одинаковых промежутках времени</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Выбор наилучшего времени исполнения для американского опциона</p> <p>В2. Возможность оценки стоимости опциона для определенного момента времени</p> <p>В3. Работа как с российскими, так и с иностранными организациями</p> <p>В4. Применимость модели для опционов с разными базовыми активами</p> | <p>Инвестор из любой организации может выбрать интересующую его модель. американских опционов, Инвесторы могут выбирать оптимальные базовые активы для торговли. Повышение прибыльности сделок за счет оценки стоимости опционов в определенный момент времени.</p>                                                                                             | <p>Добавление возможности прочитать инструкцию использования предложенных методов. В дальнейшем можно определить цену опциона в любой момент времени. Можно ввести зависимость между данными. Улучшение интерфейса программы.</p>                                               |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Появление ошибок при определенных введенных параметрах (характерно для явного конечно-разностного метода)</p> <p>У2. Эффективность существующих решений</p> <p>У3. Потеря финансовых средств в случае неблагоприятного изменения цены акции</p>                                                          | <p>В случае неблагоприятного изменения рынка опционная торговля позволяет установить нижний предел убытка, равный стоимости покупки опциона. Ввести отладку ошибок. Уменьшить цену продукта, чтобы более выгодно использовать относительно имеющихся аналогов.</p>                                                                                              | <p>Предотвращение ввода некорректных параметров. Улучшение алгоритма работы. Пользоваться хедж-фондом для страховки ресурсов.</p>                                                                                                                                               |

Был проведен SWOT-анализ, и были выявлены сделаны следующие выводы:

- необходимо улучшить интерфейс программы;
- необходимо ввести инструкцию по использованию методов;
- понизить цену исследований;
- ввести зависимость между данными.

#### **4.4 Планирование научно-исследовательских работ**

##### **4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

- 1) Руководитель проекта (Р);
- 2) Бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Комплекс работ по разработке проекта

| Основные этапы                           | № | Содержание работ                           | Должность исполнителя    |
|------------------------------------------|---|--------------------------------------------|--------------------------|
| Подготовительный                         | 1 | Составление и утверждение научного задания | Бакалавр<br>Руководитель |
|                                          | 2 | Подбор и изучение материалов по теме       | Бакалавр                 |
| Исследование и анализ предметной области | 3 | Анализ исходных данных                     | Бакалавр                 |
|                                          | 4 | Выбор метода выполнения работы             | Бакалавр<br>Руководитель |
|                                          | 5 | Календарное планирование работ             | Бакалавр                 |

|                                                |    |                                                 |                          |
|------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                |    | по теме                                         |                          |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 6  | Применение выбранного метода к данным           | Бакалавр                 |
| Обобщение и оценка результатов                 | 7  | Анализ результатов работы                       | Бакалавр                 |
|                                                | 8  | Определение целесообразности проведения НИР     | Бакалавр<br>Руководитель |
|                                                | 9  | Составление пояснительной записки к ВКР.        | Бакалавр                 |
|                                                | 10 | Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу | Бакалавр                 |

#### 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (29)$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -й работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -й работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -й работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$t_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{C_i}, \quad (30)$$

где  $t_{pi}$  – трудоемкость работы, человеко-дни;  $C_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{кал}, \quad (31)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;  $K_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{пр} - T_{вых}}, \quad (32)$$

где  $T_{кал}$  – календарное число дней в году;  $T_{пр}$ ,  $T_{вых}$  – число праздничных и выходных дней в году.

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{пр} - T_{вых}} = \frac{365}{365 - 10 - 104} = 1,45.$$

Таблица 5 – Временные показатели осуществления комплекса работ

| № работы | Продолжительность работ          |                                  |                                 | Исполнители | $t_{pi}$ ,<br>человеко-<br>дни | $t_{ki}$ ,<br>человеко-<br>дни |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
|          | $t_{mini}$ ,<br>человеко-<br>дни | $t_{maxi}$ ,<br>человеко-<br>дни | $t_{ожи}$ ,<br>человеко-<br>дни |             |                                |                                |
| 1        | 1                                | 3                                | 2                               | Б, Р        | 1                              | 1                              |
| 2        | 14                               | 18                               | 16                              | Б           | 16                             | 23                             |
| 3        | 7                                | 12                               | 9                               | Б           | 9                              | 13                             |
| 4        | 3                                | 6                                | 4                               | Б, Р        | 2                              | 3                              |
| 5        | 2                                | 5                                | 3                               | Б           | 3                              | 4                              |
| 6        | 10                               | 16                               | 12                              | Б           | 12                             | 17                             |
| 7        | 5                                | 7                                | 6                               | Б           | 6                              | 9                              |
| 8        | 3                                | 5                                | 4                               | Б, Р        | 2                              | 3                              |
| 9        | 5                                | 11                               | 7                               | Б           | 7                              | 10                             |
| 10       | 4                                | 7                                | 5                               | Б           | 5                              | 7                              |

Календарный план-график выполнения работ представим в виде таблицы.

Таблица 6 - Календарный план-график выполнения работ

| № раб<br>от | Вид работ                              | Исполнители | $t_{ki}$ ,<br>кал.<br>дн. | Март |    |    | Апрель |   |    | Май |   |    |   |
|-------------|----------------------------------------|-------------|---------------------------|------|----|----|--------|---|----|-----|---|----|---|
|             |                                        |             |                           | 1    | 23 | 13 | 3      | 4 | 17 | 9   | 3 | 10 | 7 |
| 1           | Составление и утверждение ТЗ           | Б<br>Р      | 1                         | ■    |    |    |        |   |    |     |   |    |   |
| 2           | Изучение литературы                    | Б           | 23                        |      | ■  |    |        |   |    |     |   |    |   |
| 3           | Анализ исходных данных                 | Б           | 13                        |      |    | ■  |        |   |    |     |   |    |   |
| 4           | Выбор метода выполнения работы         | Б<br>Р      | 3                         |      |    |    | ■      |   |    |     |   |    |   |
| 5           | Календарное планирование работ по теме | Б           | 4                         |      |    |    |        | ■ |    |     |   |    |   |
| 6           | Применение выбранного метода к данным  | Б           | 17                        |      |    |    |        |   | ■  |     |   |    |   |
| 7           | Анализ результатов работы              | Б           | 9                         |      |    |    |        |   |    | ■   |   |    |   |
| 8           | Определение                            | Б           | 3                         |      |    |    |        |   |    |     | ■ |    |   |

|    |                                                  |   |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--------------------------------------------------|---|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|    | целесообразности проведения НИР                  | Р |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9  | Составление пояснительной записки к ВКР          | Б | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Оформление пояснительно й записки к ВКР по ГОСТу | Б | 7  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Бакалавр



Руководитель



#### 4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научного исследования обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

##### 4.5.1 Затраты на материалы

В данную статью включают все затраты, связанные с эксплуатацией специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 7 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

| Наименование                | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы (З <sub>м</sub> ), руб. |
|-----------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------------------|
| Бумага                      | Пачка             | 1          | 250               | 250                                          |
| Картридж для принтера       | Шт                | 1          | 2500              | 2500                                         |
| Канцелярские принадлежности | Шт                | 1          | 300               | 300                                          |
| Итого                       |                   |            |                   | 3050                                         |

#### 4.5.2 Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (33)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (34)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – 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:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m}{\Gamma_m}, \quad (35)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $\Gamma_m$  – количество рабочих дней в месяце.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{ок}} \cdot k_p, \quad (36)$$

где  $Z_{\text{ок}}$  – заработная плата (ежемесячный оклад), руб.;  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 г. Томск.

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{ок}} \cdot k_p = 26\,300 \cdot 1,3 = 34\,190 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1315 \cdot 5 = 6575 \text{ руб.}$$

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители  | $Z_{ок}$ , руб. | $k_p$ | $Z_m$ , руб. | $Z_{дн}$ , руб. | $T_p$ , дни | $Z_{осн}$ , руб. |
|--------------|-----------------|-------|--------------|-----------------|-------------|------------------|
| Руководитель | 26 300          | 1,3   | 34 190       | 1315            | 5           | 6575             |
| Бакалавр     | 3300            | 0     | 3300         | 126,9           | 96          | 12182,4          |
| ИТОГО:       |                 |       |              |                 |             | 18757,4          |

#### 4.5.3 Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за 74 отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (37)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 9 – Расчет дополнительной заработной платы

| Исполнители           | Основная ЗП, руб. | Дополнительная ЗП, руб. |
|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| Руководитель (доцент) | 6575              | 789                     |
| Бакалавр              | 12182,4           | -                       |
| ИТОГО:                |                   | 789                     |

#### 4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (38)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнители                                  | Основная ЗП, руб. | Дополнительная ЗП, руб. |
|----------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Руководитель                                 | 6575              | 789                     |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,271             | -                       |
| ИТОГО:                                       |                   | 1995,644                |

#### 4.5.5 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:

$$З_{накл} = k_{нр} \cdot (З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб} + З_{мат} + З_{студ}), \quad (39)$$

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

$$З_{накл} = 24592 \cdot 0,16 = 3934,73 \text{ руб.}$$

#### **4.5.6 Формирование бюджета затрат НТИ**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) 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. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи                                             | Сумма, руб. |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Материальные затраты НТИ                                     | 3050        |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 18757,4     |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 789         |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды                             | 1995,644    |
| 7. Накладные расходы                                            | 3934,73     |
| 8. Бюджет затрат НТИ                                            | 28526,774   |

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: 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 (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (40)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;  $\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги). За максимально возможную стоимость исполнения примем 100000 руб.

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

В нашем случае вариант исполнения научного исследования один. Поэтому интегральный финансовый показатель равен 1.

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

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (41)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

| Критерии                                   | Весовой коэффициент параметра | Оценка | Оценка макс. |
|--------------------------------------------|-------------------------------|--------|--------------|
| Адекватность (статическая значимость)      | 0,2                           | 5      | 5            |
| Возможность применения любым предприятием  | 0,15                          | 3      | 5            |
| Требуется наличия исторических данных      | 0,25                          | 5      | 5            |
| Простота применения                        | 0,15                          | 4      | 5            |
| Конкурентоспособность (с другими моделями) | 0,25                          | 4      | 5            |
| ИТОГО                                      | 1                             | 4,3    | 5            |

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,3;$$

$$I_{p-испmax} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 = 5;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}}, \quad (42)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Так как исследование выполнено в одном варианте исполнения, рассчитаем интегральный показатель эффективности относительно максимально возможного варианта. Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

| Показатели                                              | Исп. 1 | Исп. max |
|---------------------------------------------------------|--------|----------|
| Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,44   | 1        |
| Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,3    | 5        |
| Интегральный показатель эффективности                   | 9,77   | 5        |
| Сравнительный показатель эффективности                  | 1,954  |          |

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

#### **4.7 Выводы**

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

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

В-вторых, проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НТИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

В-третьих, определена эффективность исследования в разрезах ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

## 5 Заключение

В результате проделанной работы были проведены сбор и обработка исходных данных стоимости опциона «колл» на фьючерсный контракт на Индекс РТС с ценой страйк равной 110 000 р. и цены самого базового актива.

В R реализованы методы оценки стоимости американского опциона: конечно-разностный метод (явный и неявный) и метод Монте-Карло.

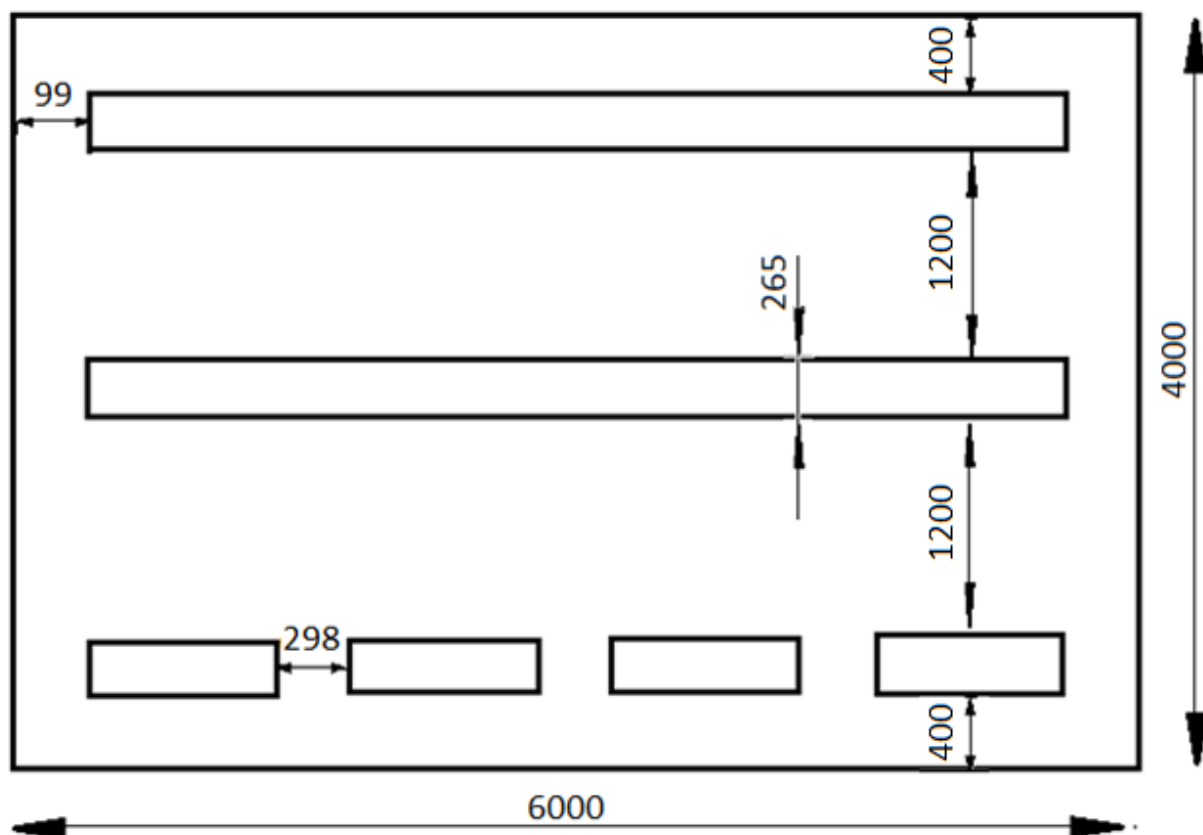
При заданных значениях волатильности и безрисковой процентной ставки проведены вычисления вышеописанных методов аппроксимации на исторических данных.

Проведен сопоставительный анализ стоимостей опциона модельных аппроксимаций с реальными данными – по критерию средней ошибки аппроксимации оценка методом Монте-Карло оказалась достаточно точной (8,47%). Предложены варианты улучшения точности рассматриваемых методов аппроксимации.

## 6 Список используемых источников

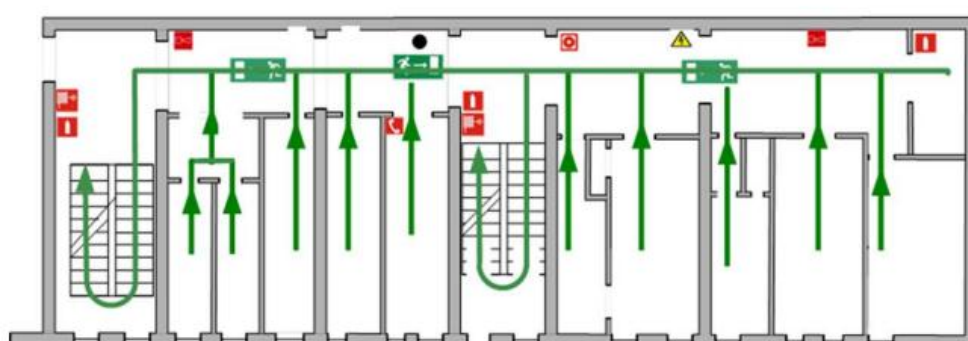
1. Ramaswamy K., Sundaresan S. The valuation of options on futures contracts // The Journal of Finance. — 1985. — Desember. — Vol. 40. — pp. 1319–1340.
2. Hajizadeh E., Mahootchi M. Optimized radial basis function neural network for improving approximate dynamic programming in pricing high dimensional options//Neural Computing and Applications. – 2016.
3. Hull J. Fundamentals of Futures and Options Markets. — New Jersey: Financial Times, 2002.
4. Глухов М. Оценка опционов методом Монте-Карло // Futures&Options. - Апрель 2009. - № 4.
5. S. M. Iacus, Option Pricing and Estimation of Financial Models with R, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 2011.
6. Broadie M. and Glasserman P. (1997). Pricing American-style securities using simulation. Journal of Economic Dynamics and Control 21, 8-9, 1323–1352.
7. Broadie M. and Detemple J. American Option Valuation: New Bounds, Approximations, and a Comparison of Existing Methods // Review of Financial Studies, 9, 4 (1996). – P. 1211-1250.
8. Merton R. C. Theory of Rational Option Pricing // Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (Spring 1973). – P. 141-183.
9. Hull J. and White A. Valuing Derivative Securities Using the Explicit Finite Difference Method // Journal of Financial and Quantitative Analysis, 25 (Match 1990). – P. 87-100.
10. Cox J., Ross S. and Rubinstein M. Option Pricing: A simplified Approach // Journal of Financial Economics, 7 (October 1979). – P. 229-264.
11. Шалабанов А.К., Роганов Д.А. Эконометрика. Учебно-методическое пособие. Казань, Академия Управления «ТИСБИ», 2008. - 203 стр.

**План помещения и размещения светильников с люминесцентными  
лампами**



## План эвакуации в случае пожара

### ПЛАН ЭВАКУАЦИИ 2-го этажа



-  Направление движения
-  Кнопка включения АПС
-  Электроцит
-  Телефон
-  Вы находитесь здесь
-  Пожарный кран
-  Огнетушитель
-  Извещатель

Ответственный за эвакуацию и  
включение системы оповещения

| Действия при пожаре<br>Сохранять спокойствие |                                               |                                                                                    |                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                            | Сообщить по телефону                          |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Адрес объекта</li> <li>• Место возникновения пожара</li> <li>• Свою фамилию</li> </ul>                    |
| 2                                            | Эвакуировать людей                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ориентироваться по знакам направления движения</li> <li>• Взяв с собой пострадавших</li> </ul>            |
| 3                                            | По возможности принять меры по тушению пожара |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать средства противопожарной защиты</li> <li>• При необходимости обесточить помещение</li> </ul> |