

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка блочного численного метода решения обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков

УДК 519.17:004.774:528.94

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Алексеев Валентин Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Семенов М. Е.	канд. физ.- мат. наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Меньшикова Е. В.	канд. филос. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Федорчук Ю. М.	д-р техн. наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крицкий О. Л.	канд. физ.- мат. наук		

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

---

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

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

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
0В41	Алексееву Валентину Олеговичу

Тема работы:

Сервис для поиска кратчайшего маршрута внутри здания	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ литературных источников с целью поиска необходимых алгоритмов</p> <p>Поиск кратчайшего пути в графе</p> <p>Построение минимального покрывающего дерева.</p> <p>Применение алгоритма Дейкстры.</p> <p>Применение алгоритма Краскала.</p> <p>Описание устройства работы web-приложений.</p> <p>Проведение функционального тестирования.</p>
--	---

	<p>Масштабируемая векторная графика.</p> <p>Реализация взаимодействия клиента с серверной частью.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Неориентированный граф;</p> <p>Матрица смежности;</p> <p>Минимально покрывающее дерево;</p> <p>Изображение карты в SVG формате;</p> <p>XML-код изображения;</p> <p>Минимальное покрывающее дерево модели;</p> <p>Кратчайший путь от входа к комнате 13;</p> <p>Изображение карты на экране смартфона;</p> <p>Зона досягаемости рук в горизонтальной плоскости.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кандидат философских наук Меньшикова Е. В., доцент
Социальная ответственность	Доктор технических наук Федорчук Ю. М., профессор

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Семенов М. Е.	Канд. физ.-мат. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Алексеев Валентин Олегович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0В41	Алексееву Валентину Олеговичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа ядерных технологий	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение экспериментальной физики
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Прикладная математика и информатика

**Тема дипломной работы: Сервис для поиска кратчайшего маршрута внутри здания**

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

1. Целью данной работы является создание средства для решения обыкновенных дифференциальных уравнений блочным численным методом.
2. Описание рабочего места на предмет возникновения:
  - вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
  - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)

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

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
  - приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится расчет освещенности на рабочем месте;
  - 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;
  - приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ;
  - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
  - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности
  - приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, 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).

<p>3. <i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу;</li> <li>– наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.);</li> <li>– методы утилизации отходов.</li> </ul>
<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</li> <li>– разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p> <p>1) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p> <p>2) Пути эвакуации</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Д.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Алексеев Валентин Олегович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0B41	Алексееву Валентину Олеговичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа ядерных технологий	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение экспериментальной физики
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Прикладная математика и информатика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость сырья и материалов. Размер заработной платы исполнителям проекта
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Согласно проектной документации
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные формы

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	SWOT-анализ; оценка готовности проекта к коммерциализации; способы коммерциализации
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Календарный план проекта, ограничения и бюджет проекта
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Меньшикова Е. В.	канд. филос. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0B41	Алексеев Валентин Олегович		

## Аннотация

Дипломный проект на тему: «Сервис для поиска кратчайшего маршрута внутри здания» содержит 72 страницы, 10 рисунков, 12 таблиц, использованных источников – 16.

Ключевые слова: web-сервис, теория графов, алгоритм Краскала, алгоритм Дейкстры, минимальное покрывающее дерево, поиск кратчайшего пути в графе.

Целью дипломной работы является разработка и запуск web-сервиса, которое будет показывать кратчайший маршрут внутри любого здания, поиск которого будет осуществляться с помощью алгоритма нахождения кратчайшего пути в графе.

Теоретическое исследование проводилось посредством анализа тематической литературы и нормативных источников. Была разработана программная реализация на языке Python. В результате выполнения кода пользователь на своем устройстве получает кратчайший маршрут между аудиториями в графическом формате SVG.

Практическая ценность выпускной работы заключается в ее актуальности социальной значимости, так как данное приложение может быть использовано музеями, учебными заведениями, аэропортами, частными предприятиями.

## Содержание

Введение .....	10
Раздел 1. Теоретическая часть .....	11
1.1 Способы взаимодействия с пользователем .....	11
1.2. Компоненты реализации веб-сервера .....	12
1.2.1 Программный модуль Vk_Api .....	12
1.2.2 Программный пакет NetworkX .....	13
1.2.3 Платформа разработки Heroku .....	14
1.2.4 Векторные изображения в формате SVG .....	14
1.2.5 Telegram API .....	15
1.3 Теория графов .....	16
1.3.1 Основы теории графов .....	16
1.3.2 Алгоритм поиска кратчайшего пути .....	18
1.3.3 Алгоритм поиска минимального покрывающего дерева .....	19
Раздел 2. Практическая часть .....	23
2.1 Подготовка карт .....	23
2.2 Работа с графом .....	24
Раздел 3. Социальная ответственность .....	33
3.1 Описание рабочего места .....	33
3.2 Анализ опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды .....	34
3.3 Микроклимат в помещении .....	37
3.4 Освещенность рабочей зоны .....	39
3.5 Производственный шум .....	43
3.6 Электромагнитное поле .....	44



3.7 Психофизиологические факторы.....	45
3.8 Электростатическое поле .....	46
3.9 Электробезопасность .....	47
3.10 Пожарная безопасность .....	49
3.11 Охрана окружающей среды .....	51
3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	52
3.13 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	52
3.14 Выводы и рекомендации .....	53
Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	55
4.2 Анализ конкурентных технических решений .....	55
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-исследовательского проекта .....	64
4.5.1 Расчет материальных затрат .....	64
4.5.2 Расчет заработной платы для исполнителей .....	64
4.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды .....	66
4.5.4 Накладные расходы .....	67
4.7 Выводы .....	68
Заключение.....	69
Список литературы.....	70
Приложение А.....	72

## **Введение**

В настоящее время люди все чаще прибегают к использованию электронных средств для навигации по городу, поиска необходимых учреждений, поиска кратчайшего маршрута с учетом различных путевых особенностей, например, пробки, аварии на дорогах, достопримечательности.

Целью данной работы является разработка веб-сервиса по предоставлению пользователю кратчайшего пути в зданиях различной этажности.

Конечным результатом исследований должен быть веб-сервис, позволяющий выбирать начальные и конечные точки маршрута и предоставляющий кратчайший путь между ними. В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- 1) инструменты для разработки программной и интерфейсной частей;
- 2) реализовать алгоритм для поиска кратчайшего пути;
- 3) провести тестирование веб-сервиса.

## **Раздел 1. Теоретическая часть**

### **1.1 Способы взаимодействия с пользователем**

Существующие навигационные сервисы можно разделить на две группы: а) облачные веб-сервисы, в которых карта и маршрут обрабатываются сервером, который передает управление клиентской части для отображения (в основном) информации пользователю, и б) приложения, полностью размещенные на устройствах пользователя. Во второй группе приложений карты располагаются на устройствах пользователя, на которых также осуществляются все расчеты. Соответственно можно выделить ряд преимуществ облачных веб-сервисов:

1) отсутствует дополнительная нагрузка на устройство пользователя, так как все расчеты проводятся на серверной части;

2) память устройства пользователя не забивается ненужными картами, а заполняется только используемыми в данный момент областями карты;

3) карты могут быть на стороне сервера обновлены, что избавляет от процедуры обновления пользователя и предотвращает использование устаревших данных.

Таким образом, для дальнейшей работы мы будем использовать облачные веб-сервисы. Поскольку для конечного пользователя удобство использования сервиса будет определяться выполнением минимального количества дополнительных действий по установлению контакта с сервисом, то есть установкой клиентской оболочки, то, учитывая количество пользователей социальных сетей, более удобным для большинства будет взаимодействие с чат ботом социальной сети «ВКонтакте» (vk.com). Такое взаимодействие не требует дополнительных действий по загрузке клиентской части для пользователей данной, а также позволяет взаимодействовать с сервисом через Интернет-браузер, который по умолчанию установлен в каждом смартфоне или любом другом устройстве, имеющем доступ в сеть интернет.

В данном случае пользователь будет отправлять некоторые начальные данные, необходимые для расчета кратчайшего пути, например, номера начальной и конечной аудиторий. Поскольку сервис реализован на веб-сервере, то это позволит в дальнейшем загружать карты различных зданий, что позволит пользователю чаще обращаться к сервису.

## **1.2. Компоненты реализации веб-сервера**

### **1.2.1 Программный модуль Vk\_Api**

За взаимодействие с пользователем и передачу данных между пользователем и сервером будет отвечать социальная сеть «ВКонтакте». Для организации обработки сообщений, получаемых и передаваемых сервером, будет использован модуль `vk_api` [1], поддерживающий язык программирования Python.

Интерфейс прикладного программирования ВКонтакте (Application Programming Interface, API) – это интерфейс, который позволяет получать информацию из базы данных социальной сети с помощью http-запросов к специальному серверу. Синтаксис запросов и тип возвращаемых ими данных строго определены на стороне самого сервиса.

Например, для получения данных о пользователе с идентификатором 210700286 необходимо составить запрос вида

```
https://api.vk.com/method/users.get?user_id=210700286&v=5.52
```

Этот запрос включает следующие составляющие:

- 1) `https://` – протокол соединения;
- 2) `api.vk.com/method` – адрес API-сервиса;
- 3) `users.get` – название метода API ВКонтакте. Методы представляют собой условные команды, которые соответствуют той или иной операции с базой

данных – получение информации, запись или удаление. Например, `users.get` – метод для получения информации о пользователе, `video.add` – метод для добавления видеозаписи в свой список, `likes.delete` – метод для удаления отметки «Мне нравится».

Все методы разделены на секции. Например, для работы с сообществами нужны методы секции `groups`, для работы с фотографиями – `photos`, и так далее.

4) `?user_id=210700286&v=5.52` – параметры запроса. После названия метода нужно передать его входные данные (если они есть) – как обычные GET-параметры в http-запросе. В этом примере мы сообщаем серверу, что хотим получить данные о пользователе с `id=210700286` и формат этих данных должен соответствовать версии API 5.52.

### **1.2.2 Программный пакет NetworkX**

`NetworkX` – это программный пакет на языке Python для создания, манипулирования и анализа структуры, динамики и функций сложных сетей [2]. С помощью `NetworkX` можно загружать, хранить сети в стандартном и нестандартном формате данных, создавать множество типов случайных и классических сетей, анализировать структуру сети, строить сетевые модели, разрабатывать новые сетевые алгоритмы, рисовать сети и многое другое.

`NetworkX` предоставляет разработчику следующий функционал:

1) инструменты для анализа структуры и динамики социальных, биологических и инфраструктурных сетей;

2) стандартный программный интерфейс и репрезентацию графов, для обращения из сторонних приложений;

3) интерфейс к существующим численным алгоритмам и коду, написанному на языках, поддерживающих параллельные вычисления C/C++ и FORTRAN;

4) возможность быстро обрабатывать массивные и нестандартные наборы данных.

NetworkX включает в себя различные функций для работы с графами. Например, наращивание графа G с помощью списка вершин:

```
>>>G.add_nodes_from([2,3])
```

Ребра графа могут быть добавлены различными способами:

индивидуально: 

```
>>>G.add_edge(1,2)
```

списком: 

```
>>>G.add_edges_from([(1,2),(1,3)])
```

итератором: 

```
>>>G.add_edges_from(H.edges())
```

### **1.2.3 Платформа разработки Heroku**

Heroku – платформа для разработки [3], предоставляющая свои серверы, поддерживающая выгрузку с различных репозиторий (например, Git, GitHub или Docker). Основным преимуществом данной платформы является возможность с минимальными задержками увеличить многопоточность обрабатываемых сервером запросов.

Данная платформа хорошо подходит для разработки и тестирования нашего сервиса, оставляя возможность увеличить масштабы системы в будущем.

### **1.2.4 Векторные изображения в формате SVG**

Для реализации графической части разрабатываемого сервиса будут использоваться векторные изображения в формате \*.SVG (Scalable Vector Graphics). Данный формат файла представляет собой текстовый файл с XML разметкой. Такая структура файла позволяет не только извлекать из карты координаты опорных точек (вершины графа), но и отрисовывать найденный маршрут (ребра графа) поверх карты.

Векторная графика в формате \*.SVG обладает рядом преимуществ:

1) возможность масштабировать изображение без потери качества;

2) так как по сути это текстовый документ, даже большие карты не будут занимать много места на сервере;

3) SVG можно редактировать в текстовом и графическом редакторах, что позволит наиболее удобным способом разработать карту помещений

Согласно документации [4], SVG имеет несколько основных фигур: окружность, прямоугольник, эллипс, линию, ломаную линию или многоугольник.

В данном сервисе построенные SVG-изображения будут отправляться пользователю в качестве документов, что, после небольшой загрузки в силу занимаемой документом памяти, позволит в подробностях рассмотреть план здания и предлагаемый кратчайший маршрут на любом устройстве.

### **1.2.5 Telegram API**

Так как в ходе работы было решено отказаться от реализации взаимодействия с пользователем посредством приложений или сайта социальной сети «ВКонтакте», альтернативой был выбран мессенджер «Телеграм», методы работы с которым похожи, на использованные ранее, но имеют некоторые отличия.

Для создания чат-бота на данной платформе можно воспользоваться стандартным набором команд и методов, входящие в Telegram API [5].

В данном случае для разработки была использована библиотека «Telebot» для языка программирования Python [6].

## 1.3 Теория графов

### 1.3.1 Основы теории графов

Граф – абстрактный математический объект, представляющий из себя множество вершин графа и набор ребер, то есть соединений между парами вершин [7]. Для разных областей применения виды графов могут различаться направленностью, ограничениями на количество связей и дополнительными данными о вершинах или ребрах. Многие структуры, представляющие практический интерес в математике и информатике, могут быть представлены графами.

Обыкновенным, или неориентированным графом  $G=(X, U)$  называется упорядоченная пара множеств: конечного непустого  $X$ , элементы которого называются вершинами графа  $G$ , и подмножества  $U \subseteq \tilde{X}$ , элементы которого называются ребрами этого графа. Вершины  $x, y \in X$  смежны, если  $\tilde{x}y \in U$ , и несмежны, если  $\tilde{x}y \notin U$ . Ребро  $\tilde{x}y$  соединяет вершины  $x$  и  $y$ , а также инцидентно каждой из них. Пример неориентированного графа представлен на рисунке 1.

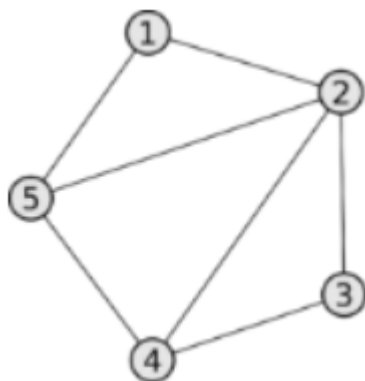


Рисунок 1 – Неориентированный граф

**Путем** в графе называются конечная последовательность вершин, в которой каждая вершина (кроме последней) соединена со следующей в последовательности вершиной ребром. **Цепью** называется путь без повторяющихся ребер.

**Матрица смежности** графа  $G$  с конечным числом вершин  $n$  – это квадратная матрица  $A$  размера  $n$ , в которой значение элемента  $a_{ij}$  равно числу



ребер из  $i$ -й вершины графа в  $j$ -ю вершину. Матрица смежности простого графа (не содержащего петель и кратных ребер) является бинарной матрицей и содержит нули на главной диагонали. Для графа, изображенного на рисунке 1 матрица смежности будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2 – Матрица смежности

Матрица смежности и списки смежности являются основными структурами данных, которые используются для представления графов в компьютерных программах.

Использование матрицы смежности предпочтительно только в случае неразрезанных графов, с большим числом рёбер, так как она требует хранения по одному биту данных для каждого элемента. Если граф разрежен, то большая часть памяти напрасно будет тратиться на хранение нулей, зато в случае неразрезанных графов матрица смежности достаточно компактно представляет граф в памяти, используя примерно  $n^2$  бит памяти, что может быть на порядок лучше списков смежности.

Списком смежности называется список, где каждой вершине графа соответствует строка, в которой хранится список смежных вершин. Такая структура данных не является таблицей в обычном понимании, а представляет собой «список списков». Это наиболее удобный способ для представления разреженных графов, а также при реализации базовых алгоритмов обхода графа в ширину и глубину, где нужно быстро получать «соседей» текущей просматриваемой вершины [8].

### 1.3.2 Алгоритм поиска кратчайшего пути

Пусть

$$G = (V, E, d)$$

неориентированный взвешенный граф, где

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  – набор вершин в  $G$ ,

$E \subseteq \{\{v_i, v_j\} \mid v_i \in V, v_j \in V, v_i \neq v_j\}$  – набор ребер в  $G$ , и

$d: E \rightarrow R$  – функция расстояния, которая отображает  $E$  в  $R$  – набор неотрицательных чисел.

Граф  $G$  называется **полным**, если для всех пар различных вершин  $v_i$  и  $v_j$ ,  $\{v_i, v_j\} \in E$ . Пусть  $S \subseteq V$  является подмножеством различных вершин графа  $V$ .

Путь в  $G$  будет определяться последовательностью вершин:

$$u_1, u_2, \dots, u_n,$$

таких, что для любого  $k$   $1 \leq k < n, \{u_k, u_{k+1}\} \in E$  и  $u_k \in V$ . **Путем** будем называть движение от вершины  $u_1$  в вершину  $u_n$ , а его расстояние –  $\sum_{k=1}^{n-1} d(\{u_k, u_{k+1}\})$ .

**Кратчайшим расстоянием** от узла  $u_1$  до узла  $u_n$  называется путь из  $u_1$  в  $u_n$ , расстояние которого является минимальным среди всех возможных путей.

**Дерево** в графе  $G$  является **связным подграфом**, если удаление любого из ребер в подграфе сделает его несвязным. Пусть  $Q$  – любое подмножество вершин в связном подграфе  $G'$  графа  $G$ . Тогда  $G'$  покрывает  $Q$ . **Покрывающим деревом графа  $G$**  является дерево, которое покрывает  $V$ . **Минимальное покрывающее дерево графа  $G$**  является покрывающее дерево графа  $G$  такое, что сумма расстояний его ребер минимально среди всех покрывающих деревьев.

Рассмотрим алгоритм поиска кратчайшего пути [9]:

1) На вход подается неориентированный взвешенный граф  $G = (V, E, d)$ , начальная и конечная вершина.

- 2) Строится полный неопределённый взвешенный граф  $G_1 = (V_1, E_1, d_1)$
- 3) Находится минимальное покрывающее дерево  $T_1$ , графа  $G_1$ .
- 4) Строится подграф  $G_s$  графа  $G$  путем замещения каждого ребра  $T_1$  его кратчайшим путем в  $G$ .
- 5) Находится минимальное покрывающее дерево  $T_s$  графа  $G_s$ .
- 6) В конечном результате получаем кратчайший путь из начальной вершины в конечную при помощи минимально покрывающего дерева.

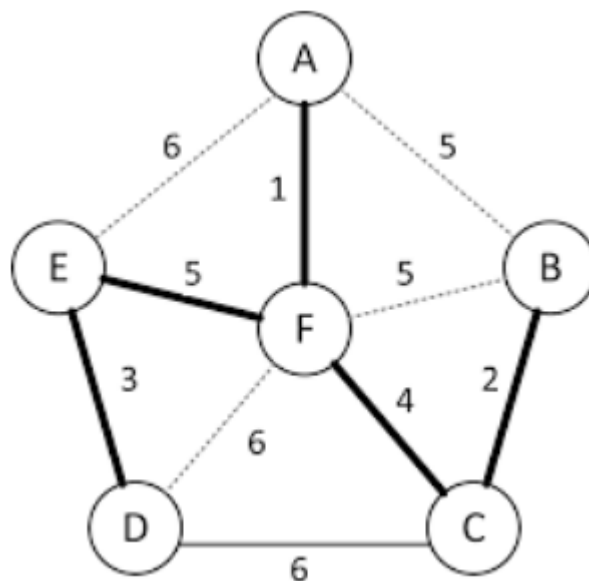


Рисунок 3 – Минимально покрывающее дерево

Существуют разные алгоритмы для поиска кратчайшего пути и построения минимального покрывающего дерева.

### 1.3.3 Алгоритм поиска минимального покрывающего дерева

**Минимальное остовное дерево** (или минимальное покрывающее дерево) в связанном взвешенном неориентированном графе - это остовное дерево этого графа, имеющее минимальный возможный вес, где под весом дерева понимается сумма весов входящих в него рёбер.

Другими словами, минимальное остовное дерево - это подграф, содержащий все вершины исходного графа, а сумма весов дуг минимальна.

Существует несколько алгоритмов для поиска минимального покрывающего дерева:

- 1) Алгоритм Прима [9],
- 2) Алгоритм Борувки [10],
- 3) Алгоритм Краскала [11].

Асимптотики алгоритмов хранения графа при помощи списка смежности представлены в таблице 1, где  $V$  и  $E$  - число вершин и ребер в графе соответственно

Таблица 1 Асимптотики алгоритмов

Алгоритм	Асимптотика
Прима	$O(V^2)$
Борувки	$O(E \cdot \log V)$
Краскала	$O(E \cdot \log E)$

Как видно из таблицы 1 наиболее подходящими будут алгоритмы Краскала и Борувки, так как при большом числе вершин алгоритм Прима существенно снижает свою скорость. В данной работе воспользуемся алгоритмом Краскала.

Предполагается, что каждому ребру любого неориентированного графа, получаемого в процессе решения задачи, можно сопоставить неотрицательное число, называемое **весом** этого ребра. При этом, во- первых, искомый граф  $G$  должен быть неориентированным деревом, во- вторых, его множество вершин должно включать множество вершин исходного графа, т.е.  $G_0 \subseteq V$ , и, в-третьих, сумма весов его ребер должна быть наименьшей.

Требование, чтобы искомый граф  $G$  был неориентированным деревом, вызвано тем, что в нем любую пару вершин должна соединять единственная цепь, так как в противном случае граф не будет иметь наименьшую сумму весов. Действительно, если существуют хотя бы две цепи, соединяющие какую-то пару вершин, то выбирается та, сумма весов ребер которой меньше. Если же предположить, что в рассматриваемой ситуации имеются хотя бы две цепи с одинаковым весом, то все равно для оптимального решения выбирается какая-то одна цепь (и тогда оптимальное решение не единственно).

Вначале текущее множество ребер устанавливается пустым. Затем, пока это возможно, проводится следующая операция: из всех ребер, добавление которых к уже имеющемуся множеству не вызовет появления в нём цикла, выбирается ребро минимального веса и добавляется к уже имеющемуся множеству. Когда таких ребер больше нет, алгоритм завершён. Подграф данного графа, содержащий все его вершины и найденное множество ребер, является его остовным деревом минимального веса.

### **1.3.4 Алгоритм поиска кратчайшего пути**

Задача поиска кратчайшего пути – это задача поиска самой короткой цепи между двумя вершинами графа, в которой минимизируется сумма весов всех входящих в путь ребер.

Задача о кратчайшем пути является одной из важнейших классических задач теории графов. Сегодня известно множество алгоритмов для её решения. Рассмотрим наиболее популярные.

Алгоритм Дейкстры [12] – самый известный и широко распространенный алгоритм. Также он считается одним из самых простых. Он хорошо выполняется в графах с небольшим количеством вершин. Количество вершин в графе может достигать до нескольких тысяч. Тогда использование данного алгоритма не будет являться оптимальным выбором для решения задачи о поиске кратчайшего маршрута. Вычислительная сложность алгоритма:  $O(V^2)$ .

Алгоритм Белмана-Форда [13] – это алгоритм поиска кратчайшего пути во взвешенном графе, который находит путь от одной вершины до всех остальных. В отличие от алгоритма Дейкстры, алгоритм Белмана-Форда допускает наличие в графе ребер с отрицательным весом. Вычислительная сложность алгоритма:  $O(V \cdot E)$ .

Алгоритм Флойда-Уоршелла [14] является динамическим алгоритмом для поиска кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа. При применении данного алгоритма к решению задач на значительно разветвленном графе, он потребует значительных затрат со стороны ресурсов вычислительной машины. Вычислительная сложность алгоритма:  $O(V^3)$ .

В данной работе будет использован алгоритм Дейкстры в силу его простоты реализации данного алгоритма и малости количества вершин для обработки, что приведет к быстрому вычислению пути для помещений с небольшим количеством путевых точек.

## Раздел 2. Практическая часть

### 2.1 Подготовка карт

Так как для хранения карт решено использовать SVG файлы, воспользуемся графическими редакторами для удобства построения.

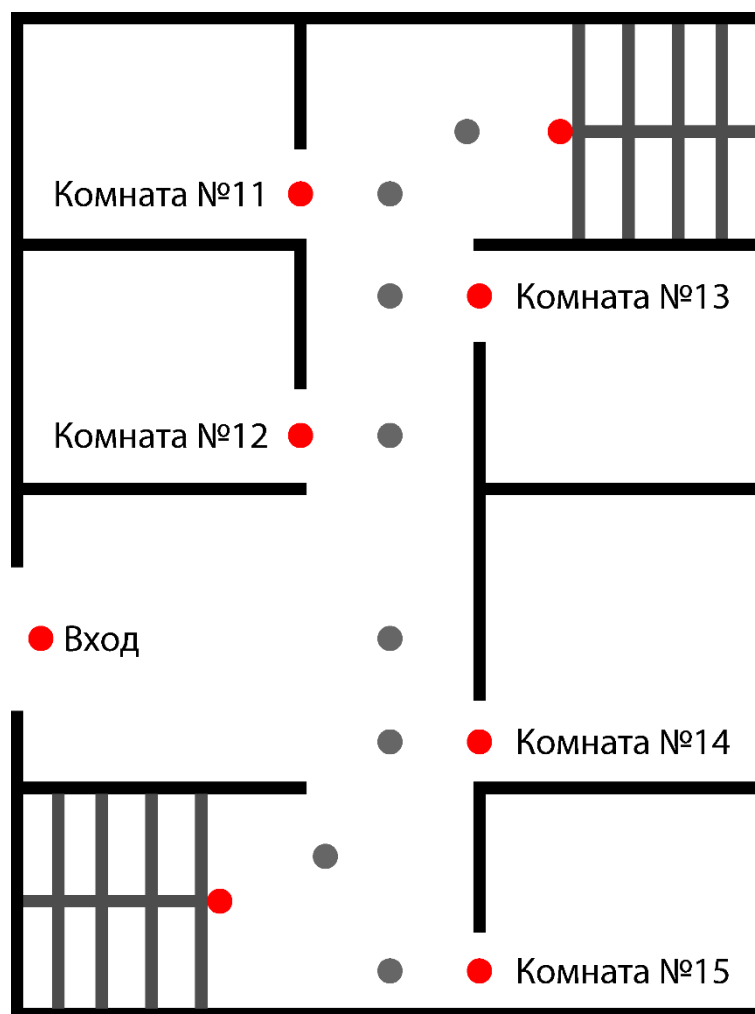


Рисунок 4 – Изображение карты в SVG формате

На рисунке 4 виден план здания. Черным изображены стены, ограничивающие передвижение. Красные точки – это путевые точки, соответствующие различным местам, которые могут являться начальной или конечной целью маршрута. Серые точки – вспомогательные путевые точки, необходимые для построения маршрута по коридору, обходя стены. Все эти точки впоследствии будут являться вершинами графа, на основе которого будет строиться маршрут. На рисунке 5 можно подробнее рассмотреть, как строится

данное изображение. Фигура круг обозначается тегом <circle>, и данный объект обладает несколькими параметрами:

1) id объекта позволяет дать объекту уникальное имя. Таким образом можно разделить кажущиеся с виду однотипные объекты

2) координаты объекта указывают на его расположение на изображении. К этим координатам можно обратиться для вычисления расстояния между объектами

3) остальные параметры, отвечающие за изображение объекта (цвет заливки, размер обводки и т.п.)

```
<circle id="room_1" r="10" cy="190" cx="170" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="room_2" r="10" cy="190" cx="370" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="room_3" r="10" cy="190" cx="450" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="room_4" r="10" cy="310" cx="590" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
|
<circle id="hall_1" r="10" cy="250" cx="590" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="hall_2" r="10" cy="250" cx="450" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="hall_3" r="10" cy="250" cx="370" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
<circle id="hall_4" r="10" cy="250" cx="170" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-dasharray="null" stroke-width="0" stroke="#000000" fill="#ff0000"/>
```

Рисунок 5 – XML-код изображения

Путевые точки на карте здания расставляются вручную таким образом, чтобы каждому проходу или перекрестку в коридоре соответствовала одна путевая точка. Этот способ размещения путевых точек позволит избежать прокладывание маршрута сквозь стены помещения, что не будет являться верным решением.

## 2.2 Работа с графом

Пользуясь программным пакетом NetworkX зададим пустой граф:

```
import networkx as nx
```



```
graph = nx.Graph()
```

Воспользуемся парсером для XML, чтобы получить координаты точек из файла изображения:

```
from xml.dom import minidom
```

```
def read_svg_file(file_path):
```

```
    file = minidom.parse(file_path)
```

```
    points = []
```

```
    i = 0
```

```
    for point in file.getElementsByTagName('circle'):
```

```
        x = point.getAttribute('cx')
```

```
        y = point.getAttribute('cy')
```

```
        points.append([i, x, y])
```

```
        i += 1
```

```
    file.unlink()
```

```
    return points
```

```
points = read_svg_file("map1.svg")
```

Зададим функцию для поиска расстояния между двумя точками:

```
import math
```

```
def distance(point1, point2):
```

```
    x1 = point1[1]
```

```
    y1 = point1[2]
```

```
    x2 = point2[1]
```

```

y2 = point2[2]

dx = x2 - x1

dy = y2 - y1

return math.sqrt(dx * dx + dy * dy)

```

Функция для поиска ближайшей точки к данной точке:

```

def find_closest_point(all_points, new_point):

    closest_point = None

    closest_distance = None

    for current_point in all_points:

        current_distance = distance(new_point, current_point)

        if closest_distance is None or current_distance < closest_distance:

            closest_distance = current_distance

            closest_point = current_point

    return closest_point

```

Функция для построения списка смежности для графа, где для каждой из вершин находится ближайшая точка и между ними строится ребро:

```

def get_adjacency_from_graph(points, graph):

    for point in points:

        closest_point_id =

            str(find_closest_point(get_rest_points_by_id(points, point[0]), point)[0])

        if closest_point_id is not None and point is not None:

            graph.add_edge(closest_point_id, point[0])

```

Вспользуемся алгоритмом Краскала для поиска минимального покрывающего дерева на основе взвешенного графа:

```
get_adjacency_from_graph(points, graph)
```

```
nx.minimum_spanning_tree(graph)
```

Получим минимальное покрывающее дерево, изображенное на рисунке:

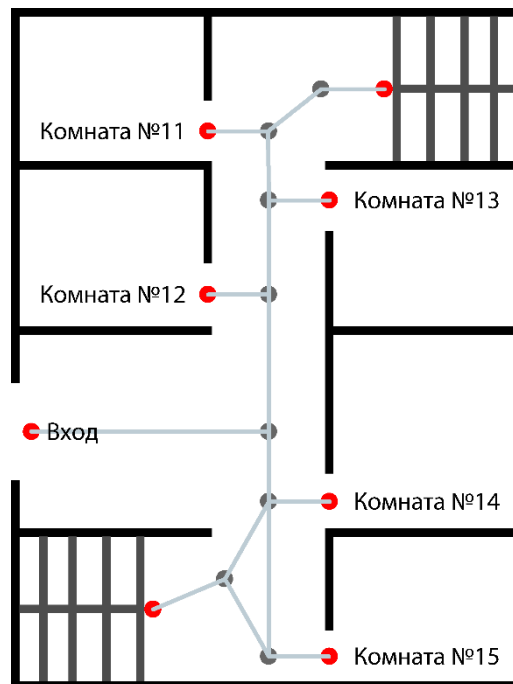


Рисунок 6 – Минимальное покрывающее дерево

Попробуем построить кратчайший путь от входа в здание в комнату 13.

Для этого воспользуемся алгоритмом Дэйкстры:

```
path = (nx.shortest_path(graph, source = points[0], target = points[3]))
```

Вход в здание представлена в виде точки 0 в списке всех точек, а комната 13 представлена точкой 3 в списке всех точек.

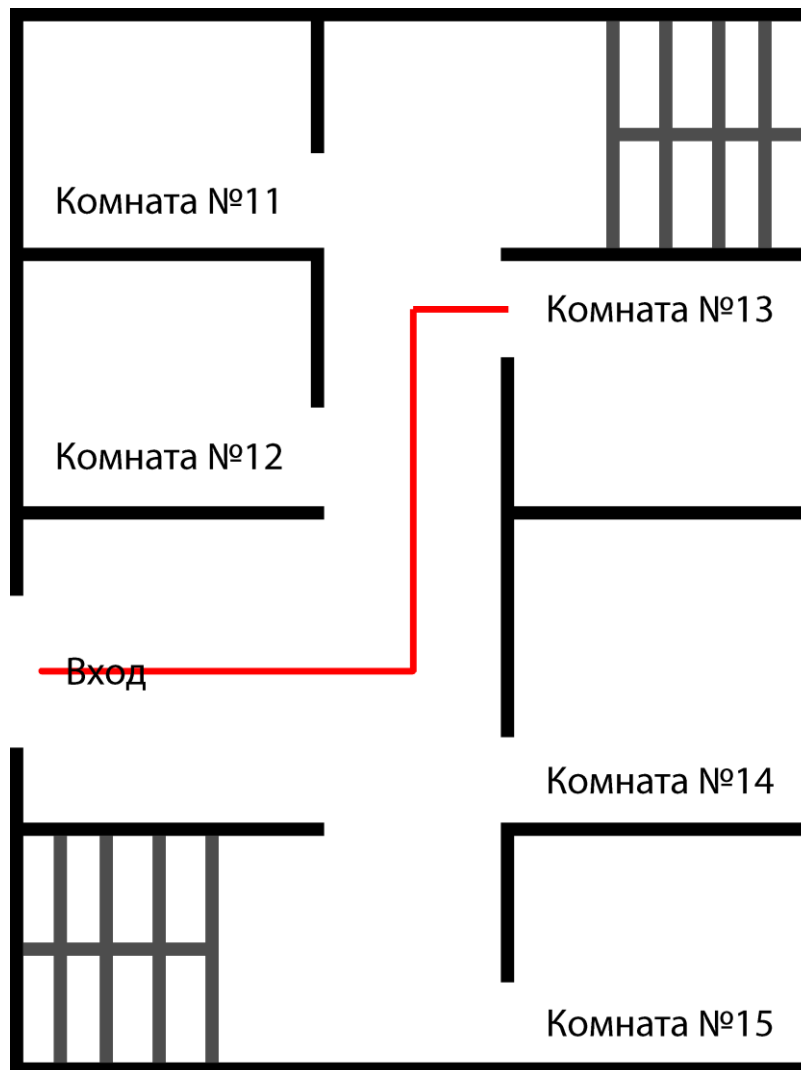


Рисунок 7 – Кратчайший путь от входа к комнате 13

Для отрисовки изображений была использована библиотека `svgwrite`:

```
path_0 = svgwrite.Drawing('path_0.svg', profile='full') #открытие файла
```

```
for i in range(len(path) - 1):
```

```
    for tree in tree:
```

```
        p1 = get_point_by_id(tree, path[i])
```

```
        p2 = get_point_by_id(tree, path[i+1])
```

```
        if p1 and p2:
```

```
            path_0.add(path_0.line((p1[1], p1[2]),
```

```
(p2[1], p2[2]), stroke='#ff0000',stroke_width='5'))
```

Далее добавим путь на карту:

```
map_0 = st.fromfile('map0.svg')
```

```
path_svg_0 = st.fromfile('path_0.svg')
```

```
map_0.append(path_svg_0)
```

```
file_name_0='route_'+str(start_point[0]) + '-' + str(target_point[0]) + '.svg'
```

```
map_0.save(file_name_0)
```

Для удобства поместим в название файла номер начальной точки и номер конечной точки. Это позволит в дальнейшем повторно использовать уже отрисованную карту.

## 2.3 Реализация взаимодействия с пользователем

Исходя из удобства пользователя, самым простым будет отправление сообщения, содержащее два числа, относящиеся к номерам комнат и, соответственно, номерам путевых точек.

Для этого был создан чат-бот в социальной сети «ВКонтакте», который при получении запроса от пользователя производит вычисления кратчайшего маршрута. На данный момент используется одна карта и возможность выбора карты отсутствует, но этот функционал может быть реализован при дальнейшей разработке.

Программный код, отвечающий за взаимодействие с пользователем выглядит следующим образом:

```
vk = vk_api.VkApi(login=vk_login, password=vk_pass)
```

```
vk.auth()
```

```

values = {'out': 0, 'count': 100, 'time_offset': 60}

defsend_message(user_id, message):

    vk.method('messages.send', {'user_id': user_id, 'message': message})

while True:

    response = vk.method('messages.get', values)

    if response['items']:

        values['last_message_id'] = response['items'][0]['id']

        for item in response['items']:

            send_message(item['user_id'],
                make_route(response['items'][0]['body']))

        time.sleep(1)

```

Полученный текст сообщения обрабатывается и затем пользователь получает картинку в SVG формате, где сможет посмотреть построенный маршрут.

Однако дальнейшее тестирование показало, что в данном случае имеет смысл использовать чат бота другой системы – «Телеграмм». Для этого имеется несколько причин:

1) Все файлы, загруженные на сервера «Телеграмм», обладают уникальным ID номером, что позволяет обращаться к ним и после загрузки. Поскольку число маршрутов конечное и среди прочих будут наиболее популярные маршруты, то в таком случае не имеет смысла его просчитывать при каждом запросе и затем загружать на сервер. В данной ситуации гораздо быстрее и эффективнее будет ссылка на уже размещенный на сервере маршрут

2) Сервис «Телеграмм», в отличие от сервиса «Вконтакте», позволяет сформировать удобный пользовательский интерфейс в виде экранных кнопок, вводящих заранее заготовленные команды.

Код функции чат бота, отвечающая за обработку сообщений:

```
@bot.message_handler(content_types=["text"])

def get_messege(message):

    numbers = (message.text).split()

    for i in numbers:

        if i.isdigit() != 1:

            bot.send_message(message.chat.id, "Bad number- "+ i)

        else:

            bot.send_message(message.chat.id,i)

    file_name = find_the_way(numbers)

    bot.send_document(message.chat.id, open(file_name, 'rb'))
```

Поскольку данный бот предназначен для сервиса «Телеграмм», то располагается на серверах компании «Amazon», для избегания возможных ситуаций временной блокировки сервиса.

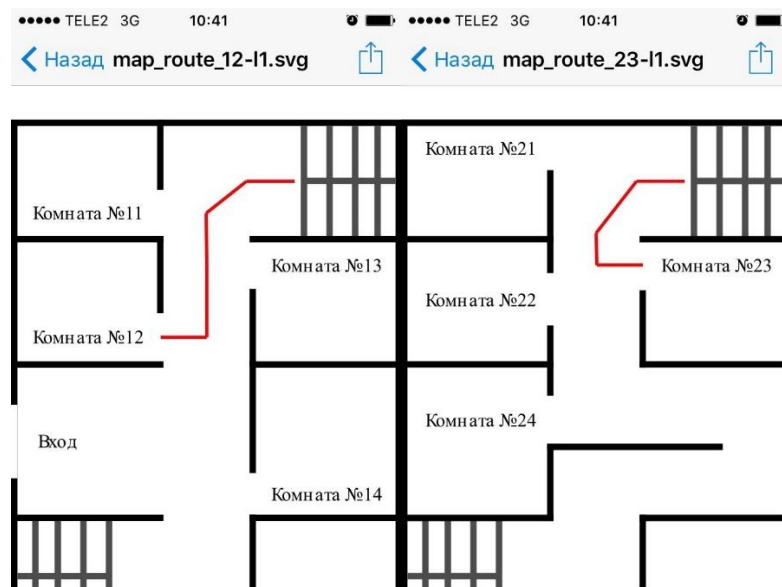


Рисунок 8 – Изображение карты на экране смартфона

Так как пользователь получает не фотографию в доступных форматах, как JPEG или PNG, а документ в формате SVG, то в самом мессенджере карту не будет видно. Зато при отдельном открытии документа его можно значительно приближать без малейшей потери качества, что позволит разглядеть маршрут даже на подробнейшей карте гигантского здания.



### **Раздел 3. Социальная ответственность**

В последнее время все больше растет внимание, уделяемое вопросам безопасности трудящихся на рабочем месте. Наиболее значимой является задача по охране здоровья сотрудников предприятий, сведению к минимуму или ликвидации различных видов производственных травм и снижению риска заболеваний.

Уровень развития и значительный перечень возможностей электронно-вычислительных машин (ЭВМ) привели к их повсеместному внедрению как на производстве, так и в научно-исследовательских и конструкторских целях, а также в сфере управления и образования. На данный момент компьютеры являются одним из важных инструментов большинства предприятий и организаций, а также очень часто используются в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это влечет за собой требование: каждый пользователь персонального компьютера должен быть осведомлен 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. Работа выполняется преимущественно за компьютером, поэтому в соответствии СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в помещении на одного работника, работающего за ПК с ЖК мониторами предусмотрено 4,5 кв.м.

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.

### **3.2 Анализ опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды**

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на сотрудника 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. шума;
4. микроклимата в помещении;
5. освещенности рабочей зоны;
6. психофизиологических факторов.

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям.

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;
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  $S = a \cdot b = 24$  м<sup>2</sup>, объем помещения  $V = a * b * h = 67,2$  м<sup>3</sup>. В помещении имеется окно, через которое осуществляется вентиляция помещения. В помещении отсутствует принудительная вентиляция. В зимнее время помещение отапливается. В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Электроснабжение сети переменного напряжения 220 В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0.77 м, обладает следующими характеристиками: процессор Intel Core i5, оперативная память 6 ГБ, операционная система Microsoft Windows 10, частота процессора 2,5ГГц, дисплей HD с диагональю 39,6 см (15,6 дюйма) разрешением 1366 на 768.

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 рис. 9.

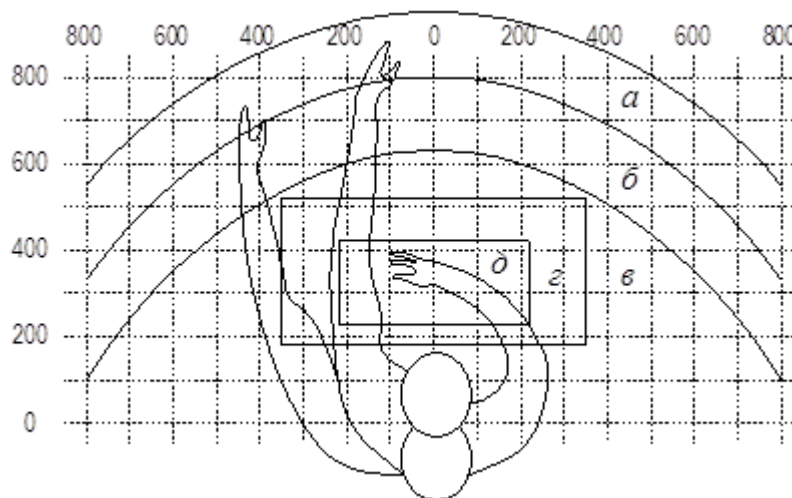


Рисунок 9 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости:  
а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой работы

В соответствии с этим рассмотрим оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

1. Дисплей размещается в зоне а (в центре);
2. Клавиатура - в зоне г/д;
3. Системный блок размещается в зоне б (слева);

4. Документация располагается в зоне легкой досягаемости ладони - в (слева) - литература и документация, необходимая при работе или в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

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.

### **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. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений изложены в СанПиН 2.2.4.548-96. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождающаяся 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 2.

Таблица 2 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(20÷24)	(15÷28)	55	(15÷75)	0.1	≤ 0.1
Теплый	Ia	(23÷25)	(15÷28)	55	(15÷75)	0.1	≤ 0.2

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН.

Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегревания 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 перегревания 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.

### **3.4 Освещенность рабочей зоны**

Свет является необходимым условием работы 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. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий изложены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Оценка освещенности рабочей зоны проводится в соответствии с СанПиНом 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  $\Phi_{ЛД} = 2300$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 925 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности  $i$ .

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь помещения;

$h$  – расчетная высота подвеса светильника, м;

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



Высота светильника над рабочей поверхностью  $h$

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55, \quad (2)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности, м;

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

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности  $i$  равен

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h} = \frac{24}{(4+6) \cdot 1,55} = 1,5 \quad (3)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м} \quad (4)$$

Число рядов светильников в помещении:

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

Число светильников в ряду:

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

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12 \quad (7)$$

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

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

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м} \quad (8)$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен на рисунке 10.

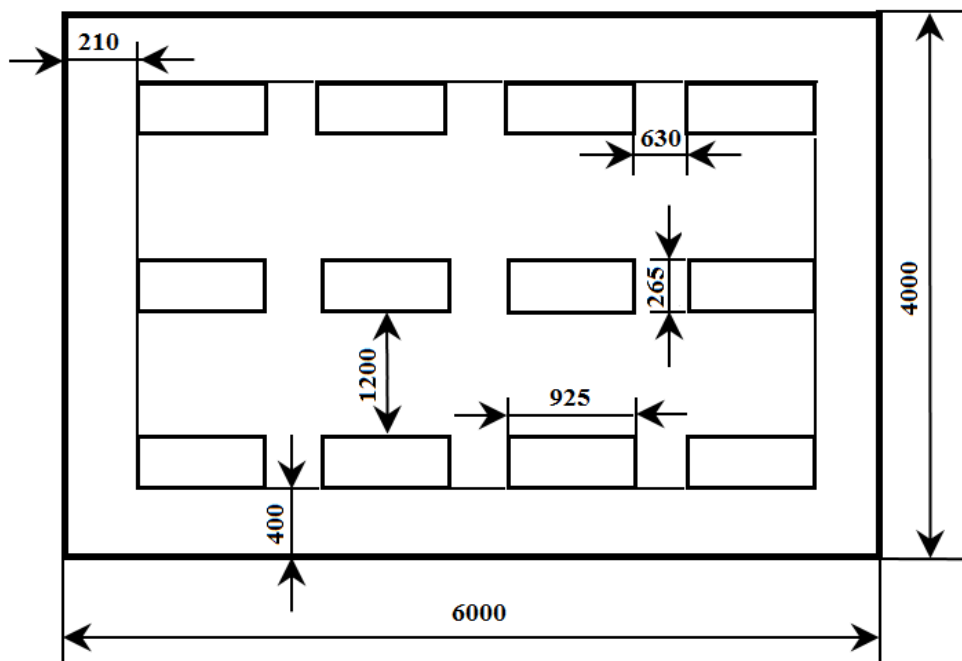


Рисунок 10 – План размещения светильников с люминесцентными лампами  
(размеры указаны в мм)

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (9)$$

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

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

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

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

Для люминесцентных ламп он равен 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, поэтому коэффициент запаса  $K_z = 1,5$ ; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка  $\rho_n = 70\%$ ; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение

коэффициента отражения стен  $\rho_c = 50\%$ . Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_n = 70\%$ ,  $\rho_c = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,5$  равен  $\eta = 0,47$ .

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

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

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

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

Подставляя данные, получим:

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

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

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

### 3.5 Производственный шум

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.

#### 1. СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звукоизоляции (бетон, кирпич, гипсокартон и другие материалы, способные отражать звук) и звукопоглощения (стекловата, минеральная вата, многослойная панель);
- применение средств, снижающих шум на пути их распространения;

#### 2. СИЗ

- 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.

### **3.6 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:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.

2. Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

- 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.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO<sub>2</sub>).

### **3.7 Психофизиологические 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.

### **3.8 Электростатическое поле**

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электростатически заряженными. 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.

### **3.9 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:

- экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);
- 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, изложенным в ГОСТ 12.1.030-81 номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом, ток не более 0.1 А и напряжение 12-36 В.

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

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- 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.

Средства коллективной защиты:

- 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.

### **3.10 Пожарная безопасность**

Согласно НПБ 105-03 класс или офисное помещение относится к категории В - горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Основной причиной возникновения пожара

неэлектрического характера в офисном помещении может стать халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня). Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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

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

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Водно-пенные огнетушители очагов пожара, без наличия электроэнергии. Углекислотные и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый закачной огнетушитель ОП-3. Тушение электроустановок нужно производить на расстоянии не менее 1 метра. Зарядку порошковых огнетушителей следует производить один раз в пять лет. При

возникновении необходимости ремонта или зарядки, следует обращаться в специализированные фирмы.

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

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (Приложение А).

### **3.11 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 при выполнении данной бакалаврской работы являются черновики бумаги, отработавшие люминесцентные лампы и картриджи. Израсходованная бумага не содержала никаких закрытых сведений, поэтому была направлена на утилизацию без использования shreddera, а люминесцентные лампы собраны и направлены на утилизацию в соответствующую организацию. Израсходованные картриджи аналогично были разобраны на отдельные комплектующие (пластик, винты, графит и т.д.) и были отправлены в соответствующие организации.

### **3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях**

В Томске преобладает континентально-циклонический (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному) климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют. Возможными ЧС могут быть сильные морозы и диверсия.

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 обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Кроме того, необходимо иметь альтернативные источники тепла, электроэнергии и транспорта.

Возможны чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий. 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.

### **3.13 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

4. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
5. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
6. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
7. ГОСТ 12.1.003-83 ШУМ. Общие требования безопасности
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования
11. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

### **3.14 Выводы и рекомендации**

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.

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

### **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 критериями сегментирования могут быть: возраст, пол, национальность, образование, уровень дохода, социальная принадлежность, профессия.

Потенциальные потребители результатов исследования «Сервис для поиска кратчайшего маршрута внутри здания»:

- образовательные учреждения;
- музеи;
- бизнес-центры;
- аэропорты;
- торговые центры.

### **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.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

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 российские или иностранные компании, работающие над аналогичными разработками. Составим оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений.

Основными конкурентными техническими решениями являются К1-приложение, разработанное студентами ТПУ, К2 – готовое приложения для поиска кратчайшего маршрута внутри здания

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,14	5	4	4	0,7	0,56	0,56
2. Потребность в мощном вычислительном оборудовании	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4



3. Потребность в ресурсах памяти	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
4. Безопасность	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
5. Простота использования приложения	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
6. Скорость работы	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность разработки	0,15	4	3	5	0,6	0,45	0,75
2. Перспективность продукта	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
3. Затраты на разработку	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
4. Послепродажное обслуживание (администрирование)	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1				4,4	3,89	4,01

Сравнение значений показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Из вышепредставленных показателей можно отметить, что технология, разрабатываемая в данной работе, является более ресурсоэффективной.

#### 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.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
--	---	--

	<p>1.Иновационность работы</p> <p>2.Простота и наглядность системы навигации</p> <p>3. Низкие затраты на разработку</p>	<p>1.Отрисовка плана зданий для каждого отдельного проекта</p> <p>2.Необходим доступ в интернет</p> <p>3.Отсутствует система устойчивого взаимодействия между производителем и потребителем</p>
Возможности	<p>Благодаря невысоким затратам музеи, образовательные учреждения могут оснастить себя системой навигации внутри зданий.</p>	<p>Новые методы определения узлов внутри сети способны автоматизировать рабочий процесс при больших объемах данных</p>
<p>1.Отсутствие конкурентов на российском рынке</p> <p>2.Модернизация и постепенное развитие навигационных систем</p>		
Угрозы	<p>Малое ресурсопотребление позволяет проводить различные исследования по усовершенствованию рабочего процесса</p>	<p>Так как приложение по нахождению кратчайшего маршрута внутри помещения это специализированный продукт, который имеет определенный круг клиентов, необходимо зарекомендовать себя на данном сегменте рынка и показать свою способность конкурировать с приложениями за счет каких-либо отличительных качеств разработки (усовершенствованные методы поиска, более выгодный ценовой диапазон на услуги)</p>
<p>1.Появление новых конкурентов</p> <p>2.Изменение предпочтений потребителей</p> <p>3.Переход иностранных компаний на российский сегмент</p>		

В представленной выше таблице перечислены все возможности и сопутствующие им сильные стороны проекта, которые в дальнейшем помогут

осуществить его. Но, как и у каждого проекта, у него есть свои слабые стороны и угрозы. Данная таблица позволяет оценить на каком этапе находится работа, а также предпринять меры по устранению некоторых угроз и слабых сторон.

#### 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 5.

Таблица 5 – Комплекс работ по разработке проекта

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный	1	Составление и утверждение научного задания	Бакалавр 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 Руководитель
	5	Календарное планирование работ по теме	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Разработка приложения	Бакалавр
	7	Анализ результатов работы	Бакалавр

Обобщение и оценка результатов	8	Определение целесообразности проведения НИР	Бакалавр Руководитель
	9	Составление пояснительной записки	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:

$$t_{ож,i} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5}$$

где  $t_{ож,i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{мини}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макси}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Одним из наиболее удобных и наглядных способов представления календарного плана работы является построение ленточного графика проведения ВКР в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта - это 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 следующей формулой:

$$T_{k_i} = T_{p_i} \cdot k_{кал},$$

где  $T_{k_i}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{p_i}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности, который определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году (365);

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году (52 дня при шестидневной рабочей неделе);

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году (14).

Таким образом, коэффициент календарности  $k_{кал}$  равен 1,22. Временные показатели проведения научной работы представлены на Таблице 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научной работы

№ раб.	Трудоемкость работ, чел-дни			Исполнители	$T_{p_i}$	$T_{k_i}$
	$t_{mini}$	$t_{maxi}$	$t_{ожi}$			

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 7 – Календарный план-график выполнения работ

Календарный план-график выполнения работ													
№ работы	Наименование работы	Исполнители	T <sub>ki</sub> , дни	Продолжительность выполнения работ, дни									
				Март			Апрель				Май		
				1	23	13	3	4	17	9	3	10	7
1	Составление и утверждение ТЗ	Б Р	1	■									
2	Подбор и изучение материалов по теме	Б	23		■								
3	Анализ исходных данных	Б	13			■							
4	Выбор метода выполнения работы	Б 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 целесообразности проведения НИР	Б Р	3								■		
9	Составление пояснительной записки к ВКР	Б	10									■	
10	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу	Б	7										■
Бакалавр					Руководитель								

## 4.5 Бюджет научно-исследовательского проекта

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

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- услуги сторонних организаций;
- накладные расходы.

### 4.5.1 Расчет материальных затрат

Покажем отражение стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и, при необходимости, доставку. Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в Таблице 8.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Бумага	пачка	1	300	300
Картридж для принтера	шт.	1	1500	1500
Канцелярские принадлежности	шт.	3	50	150
Итого				1950

### 4.5.2 Расчет заработной платы для исполнителей

В данной статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании выпускной квалификационной работы:



$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_0},$$

где  $F_0$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 9);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: • выходные дни и праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени	52	52

<ul style="list-style-type: none"> <li>• отпуск</li> <li>• невыходы по болезни</li> </ul>		
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	248

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np}) \cdot k_p,$$

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

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

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 г.Томск.

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ок}$ , руб	$k_{np}$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , дн	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	33300	0,3	1,3	56277	2360	5	11800
Инженер	9893	0,3	1,3	16719	701	63	44170

#### 4.5.3 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:

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

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 11.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Научный руководитель	11800
Инженер	44170
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271
<b>Отчисления во внебюджетные фонды</b>	
Научный руководитель	3197,8
Инженер	11970
Итого отчислений во внебюджетные фонды	15167,87

#### 4.5.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Рассчитаем затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием.

Компьютер потребляет примерно 220 Вт/ч, учитывая 6 часов в день непрерывной работы с компьютером получаем  $220 \cdot 6 \cdot 63 \cdot 5,8 = 482,3$  руб.

#### 4.5.5 Формирование бюджета затрат НИИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в Таблице 12.

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат НТИ + затраты на электроэнергию

<b>Наименование статьи</b>	<b>Сумма, руб.</b>
Материальные затраты	1950
Основная заработная плата	55970
Отчисления во внебюджетные фонды	15167,87
Накладные расходы	482,3
Бюджет затрат НТИ	73569,87

#### **4.7 Выводы**

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

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Результаты полученные в ходе исследования говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

Во-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.

## Заключение

Целью данной работы являлась разработка сервиса по поиску кратчайшего пути внутри здания. Новые здания становятся всё более массивными и очень часто обладают сложной структурой, ориентироваться в которой могут лишь постоянные посетители таких зданий. Неподготовленный человек может испытывать различные проблемы при ориентировании в таких местах. Поэтому популярность набирают различные компактные навигационные системы, направляющие пользователя и знакомящие его с помещением. В связи с этим имеется актуальность в создании данного сервиса.

Были изучены материалы, описывающие принципы работы алгоритмов для работы с графами и поиском кратчайшего пути в них.

В теоретической части были описаны алгоритмы Краскала и Дейкстры, необходимые для математической постановки задачи. На основании указанных алгоритмов в практической части работы сформированы минимальные покрывающие деревья для каждого из этажей здания, а также реализован поиск кратчайшего пути. Карты помещений с расположенными на них путевыми точками сохранены в формате SVG. Реализовано взаимодействие с пользователем, обработаны возможные неточности в передаче информации от пользователя серверу.

Тема работы раскрыта полностью, достигнута поставленная цель, решены сформулированные задачи. Работа имеет теоретическую и практическую значимость. Результаты исследований могут быть полезны для дальнейшего усовершенствования данного сервиса, и разработки полноценного программного продукта для коммерческого применения.

В работе также представлены все необходимые требования безопасности при работе с электронно-лучевым оборудованием и ПВЭМ, согласно имеющимся ГОСТам и СанПиНам, выделен порядок действий на случай аварийной ситуации.

## Список литературы

1. Callback API [Электронный ресурс] / VK Developers ; URL: [https://vk.com/dev/callback\\_api](https://vk.com/dev/callback_api), свободный.- Загл. с экрана. — Яз. рус, англ. Дата обращения 10.05.2018 г.
2. Software for complex networks [Электронный ресурс] / NetworkX ; URL: <https://networkx.github.io/>, свободный.- - Загл. с экрана. — Яз. англ. Дата обращения 10.05.2018 г.
3. Cloud application platform [Электронный ресурс] / Heroku ; URL: <https://www.heroku.com/home>, свободный.- Загл. с экрана. — Яз. англ. Дата обращения 12.05.2018 г.
4. An SVG Primer for Today's Browsers [Электронный ресурс] / W3C ; URL: <https://www.w3.org/Graphics/SVG/IG/resources/svgprimer.html>, свободный.- Загл. с экрана. — Яз. англ. Дата обращения 12.05.2018 г.
5. Документация Telegram: API [Электронный ресурс] / Telegram; URL: <https://tlgrm.ru/docs/bots/api>, свободный.- Загл. с экрана. — Яз. англ. Дата обращения 08.05.2018 г.
6. eternnoir/pyTelegramBotAPI [Электронный ресурс] / GitHub ; URL: <https://github.com/eternnoir/pyTelegramBotAPI>, свободный.- Загл. с экрана. — Яз. англ. Дата обращения 10.05.2018 г.
7. Домнин Л.Н. Элементы теории графов: учебное пособие/ - Пенза: изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. – 144 с
8. Графы и их применение: пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. - 143 с. с ил. Березина Л.Ю.
9. Берж К. Задача о кратчайшем пути // Теория графов и её применения / —М: Издательство иностранной литературы, 1962. — С. 75-81. — 320 с.
10. Cherkassky B. V., Goldberg A. V., Radzik T. Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation // Math. Prog. — Springer Science+Business Media, 1996. — Vol. 73, — P. 129–174.
11. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296.
12. Реализация алгоритма Краскала [Электронный ресурс] / Ulearn ; URL: [https://ulearn.me/Course/BasicProgramming2/Realizatsiya\\_algoritma\\_Kraskala\\_c14e](https://ulearn.me/Course/BasicProgramming2/Realizatsiya_algoritma_Kraskala_c14e)

ба48-0d3a-4953-8721-d54a4c359244 свободный.- Загл. с экрана. — Яз. рус, англ.  
Дата обращения 17.05.2018 г.

13. А.Ахо, Д.Хопкрофт, Д.Ульман, Построение и анализ вычислительных алгоритмов / -М.:Мир, 1979. -563 с.

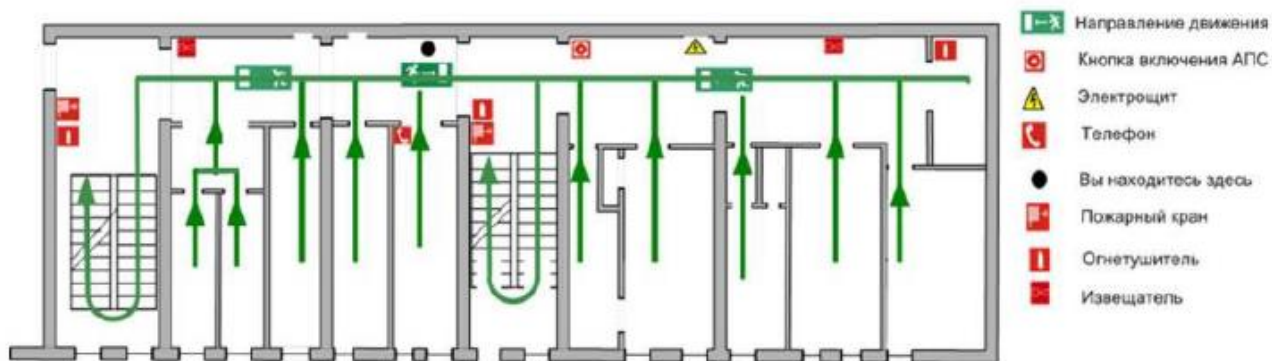
14. Нахождение кратчайших путей между заданной вершиной и всеми остальными вершинами алгоритмом Форда-Беллмана [Электронный ресурс] / MAXimal ; URL: [http://e-maxx.ru/algo/ford\\_bellman](http://e-maxx.ru/algo/ford_bellman), свободный.- Загл. с экрана. — Яз. рус, англ. Дата обращения 18.05.2018 г.

15. Реализация алгоритма Флойда-Уоршелла на C/C++ [Электронный ресурс] / Чертоги разума. Личный блог Кузьминых Кирилла ; URL: <https://mindhalls.ru/floyd-warshall-algorithm/>, свободный.- Загл. с экрана. — Яз. рус. Дата обращения 18.05.2018 г.

16. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Нахождения кратчайших путей в графе //Нижний Новгород: Издательство Нижегородского гос. университета, 2005.— 307 с.

План эвакуации.

**ПЛАН ЭВАКУАЦИИ**  
**2-го этажа**



**Действия при пожаре**  
**Сохранять спокойствие**

Ответственный за эвакуацию и включение системы оповещения

\_\_\_\_\_

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 обеспечить помещение</li> </ul>