

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка веб-приложения для создания тематических карт</b>

УДК 004.774:004.455.1:528.94

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6Б	Моисеев Петр Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Ковин Р. В.	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШПИБ	Рыжакина Т. Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШПИБ	Белоенко Е. В.	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. руководителя ОИТ ИШИТР	Шерстнев В. С.	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</b>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<b>Универсальные (общекультурные) компетенции</b>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций.
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Цапко И.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8И6Б	Моисееву Петру Владимировичу

Тема работы:

Разработка веб-приложения для создания тематических карт	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. № 59-61/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2020 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Целью данной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для создания тематических карт с применением пользовательских данных.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ предметной области, связанной с тематическим картографированием,</li> <li>– проектирование веб-приложения для создания тематических карт,</li> <li>– реализация веб-приложения для создания тематических карт,</li> <li>– тестирование веб-приложения для создания тематических карт,</li> <li>– финансовый менеджмент,</li> <li>– социальная ответственность.</li> </ul>

<b>Перечень графического материала</b>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент	Рыжакина Т. Г.
Социальная ответственность	Белоенко Е. В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Все разделы должны быть написаны на русском языке.	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	27.01.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОИТ ИШИТР	Ковин Р. В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8И6Б	Моисеев Петр Владимирович		

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий  
 Период выполнения весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.03.2020	Анализ предметной области	10
08.04.2020	Проектирование	25
29.05.2020	Реализация и тестирование	40
01.06.2020	Финансовый менеджмент	15
01.06.2020	Социальная ответственность	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Ковин Р. В.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Цапко И. В.	к.т.н.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И6Б	Моисееву Петру Владимировичу

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОИТ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет затрат НИ: 285161,8 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент: 1,3; Коэффициент дополнительной заработной платы: 0,12; Коэффициент накладных расходов: 0,16.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды: 0,3.

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений; Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки. Формирование бюджета затрат на разработку.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального финансового показателя. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности. Проведение сравнения финансовой эффективности вариантов разработки

**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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	27.01.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШПИБ	Рыжакина Т. Г.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8И6Б	Моисеев П. В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИББ	Моисееву Петру Владимировичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

<b>Разработка веб-приложения для создания тематических карт</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом разработки является веб-приложение для создания тематических карт с использованием пользовательских данных. Работа осуществляется с использованием персонального компьютера. Разработанное приложение может быть использовано при решении задач тематического картографирования.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Перечень нормативов: • Трудовой кодекс РФ, • СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», • Типовая инструкция по охране труда на персональном компьютере. ТОИ Р-45-084-01
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных вредных факторов: • недостаточная освещенность рабочей зоны, • отклонение параметров микроклимата, • повышенный уровень шума, • нервно-психические перегрузки. Анализ выявленных опасных факторов: • электрический ток.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	В работе проведен анализ негативного воздействия на литосферу при неправильной утилизации бумажных отходов и неисправных комплектующих ПК.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможными ЧС при разработке и эксплуатации являются пожары, эпидемии, техногенные ЧС, связанные с авариями коммунальных систем, террористические акты. Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара на рабочем месте.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.01.2020 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШПИБ	Белоевко Е. В.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИББ	Моисеев П. В.		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 79 страниц, 20 рисунков, 26 таблиц, 30 источников.

Ключевые слова: тематическая карта, веб-картография.

Объектом исследования является тематическое картографирование.

Целью данной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для создания тематических карт с применением пользовательских данных.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач использовались базовые понятия и методы цифровой картографии, геоинформатики и веб-технологий, методы системного подхода и сравнительного анализа.

Результатами данной работы является обзор и оценка веб-технологий, применяемых для создания тематических карт, результаты проектирования и реализации веб-приложения для тематического картографирования.

Практическая ценность выполненной работы состоит в создании приложения с простым процессом создания тематических карт с применением пользовательских данных. Разрабатываемое веб-приложение может быть использовано физическими лицами или работниками юридических лиц для визуализации пространственных данных. Веб-приложение может быть использовано в любом месте, позволяющем пользоваться устройством с установленным браузером, поддерживающим указанное приложение.

## **Обозначения и сокращения**

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

БД – база данных;

ВИ – варианты использования;

ГИС – геоинформационные системы;

КВС – картографические веб-сервисы;

ПО – программное обеспечение;

ТК – тематические карты;

API – программный интерфейс приложения;

CSV – текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных;

GeoJSON – открытый формат, предназначенный для хранения географических структур данных, основан на JSON;

GPX – текстовый формат хранения и обмена данными GPS, основанный на XML;

HTML – стандартизированный язык разметки документов во Всемирной паутине;

HTTP – протокол прикладного уровня передачи данных произвольных данных;

KML – язык разметки на основе XML для представления трёхмерных геопространственных данных в программе «Google Earth»;

XLSX – стандартный формат рабочих книг Microsoft Excel;

XML – расширяемый язык разметки.

## Оглавление

Введение .....	13
1 Анализ предметной области.....	15
1.1 Тематическое картографирование.....	15
1.2 Веб-картография.....	20
1.2.1 Типичная архитектура картографических веб-приложений .....	20
1.2.2 Стандарты Open Geospatial Consortium (OGC) .....	23
1.3 Обзор и анализ существующих картографических веб-приложений.....	24
1.4 Сравнение библиотек для веб-картографии.....	27
2 Техническое задание .....	31
2.1 Основания для разработки .....	31
2.2 Назначение разработки.....	31
2.3 Требования к Системе .....	31
2.3.1 Требования к функциональным характеристикам .....	31
2.3.2 Требования к надежности .....	33
2.3.3 Требования к безопасности.....	34
2.3.4 Условия эксплуатации.....	34
2.3.5 Требования к составу и параметрам технических средств.....	34
2.3.6 Требования к информационной и программной совместимости.....	34
2.4 Требования к документации .....	35
2.5 Стадии и этапы разработки .....	35
2.6 Порядок контроля и приемки.....	35
3 Проектирование приложения.....	36
3.1 Архитектура приложения.....	36
3.2 Варианты использования.....	37
3.2.1 Диаграмма вариантов использования .....	37
3.2.2 Описание вариантов использования .....	37

3.3	Выбор технологий разработки.....	42
3.3.1	Серверная часть.....	42
3.3.2	Юнит тестирование.....	42
3.3.3	Клиентская часть.....	43
4	Реализация приложения.....	44
4.1	Реализация API-сервиса.....	44
4.2	Реализация клиента.....	44
4.3	Работа с файлами.....	47
5	Тестирование.....	48
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	50
6.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	50
6.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	50
6.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	50
6.1.3	Технология QuaD.....	51
6.1.4	SWOT-анализ.....	52
6.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований....	56
6.3	Планирование научно-исследовательских работ.....	56
6.3.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	56
6.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
6.3.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	58
6.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	60
6.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	65
7	Социальная ответственность.....	68
7.1	Введение.....	68
7.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
7.2.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	68

7.2.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	69
7.3 Производственная безопасность.....	69
7.3.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	70
7.3.2 Отклонение параметров микроклимата.....	71
7.3.3 Повышенный уровень шума .....	71
7.3.4 Нервно-психические перегрузки .....	72
7.3.5 Электрический ток .....	73
7.4 Экологическая безопасность.....	73
7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
7.6 Заключение по разделу .....	75
Заключение.....	76
Список источников.....	77

## **Введение**

Одной из важнейших форм представления современной картографической продукции являются тематические карты (ТК). Тематическая карта – это карта для отображения узкого (тематического) круга явлений, распределенных по поверхности и привязанных к точкам, областям, административным образованиям и т. п. [1]

Тематические карты в настоящее время широко используются в различных областях исследований и повседневной жизни человека для изображения и анализа атрибутов пространственных данных. Это очень помогает специалистам, чья работа связана с процессом принятия решений, позволяя им лучше понимать и анализировать пространственные явления [2].

Возможность создания ТК на основе существующих данных более развита в настольных ГИС, чем в веб-ГИС. Однако настольные ГИС предъявляют, как правило, высокие требования к аппаратному и программному обеспечению пользователей, а для построения тематических карт требуют определенный опыт.

Развитие Интернета и веб-технологий сильно изменило лицо современной картографии. Обычные пользователи могут использовать удобные инструменты для поиска, просмотра и анализа пространственных данных, имея лишь доступ к Интернету и веб-браузер. Многие развивающиеся картографические веб-сервисы (КВС) используются в повседневной жизни.

Однако возможность создания тематических карт в них зачастую ограничена. Как правило, пользователям предоставляется доступ к заранее определенным тематическим наборам данных или при импорте пользовательских данных имеются определенные ограничения.

Целью данной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для создания тематических карт с применением пользовательских данных.

Решаемые задачи. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор возможностей веб-сервисов тематического картографирования, выработать общие принципы их работы, выделить отличительные особенности;
- провести анализ состояния, тенденций развития и возможностей веб-технологий с точки зрения их применимости при создании тематических карт и на его основе выбрать наиболее оптимальные технологии для поставленной цели;
- провести проектирование архитектуры, базы данных, интерфейса, описать варианты использования
- реализовать картографическое веб-приложение с помощью выбранных веб-технологий.

Объектом исследования является тематическое картографирование.

Предметом исследования является методика создания и использования тематических карт средствами веб-технологий.

Практическая ценность выполненной работы состоит в создании приложения с простым процессом создания тематических карт с применением пользовательских данных. Разрабатываемое веб-приложение может быть использовано физическими лицами или работниками юридических лиц для визуализации пространственных данных.

Для решения поставленных задач использовались базовые понятия и методы цифровой картографии, геоинформатики и веб-технологий, методы системного подхода и сравнительного анализа.

Разработка приложения велась командой, задачи на проектирование и реализацию были разделены между участниками команды. В этой работе решались следующие задачи: проектирование архитектуры приложения, описание вариантов использования, выбор технологий разработки, реализация API-сервиса, клиента, сервиса преобразования файлов, написание юнит-тестов.

При командной разработки использовалась система контроля версий Git [3]. Для приложения был создан репозиторий GitHub [3] и все изменения вливались в основную ветку по мере готовности новых функций.

## **1 Анализ предметной области**

### **1.1 Тематическое картографирование**

Тематическая карта – это карта для отображения узкого (тематического) круга явлений, распределенных по поверхности и привязанных к точкам, областям, административным образованиям и т. п.

В ГИС под созданием тематической карты понимается процесс тематического выделения какого-либо слоя с помощью определенного правила. Правило визуализации тематических данных включает в себя источник этих данных, например, атрибута или вычисляемого выражения по атрибутам. В процедуре тематического выделения объектов слоя используется тематическая переменная – переменная, для каждого объекта принимающая значение, равное значению соответствующей записи в определенном поле или значению, полученному вычислением выражения по значениям полей из этой записи [1].

Среди всех методов отображения тематических данных, основными являются следующие: отображение данных единым символом, метод уникальных значений, метод диапазонов, метод размерных символов, метод плотности точек, метод диаграмм. Следует отметить, что переход от бумажных карт к электронным так же повлиял на способы отображения, ведь на электронных картах, как правило, присутствует интерактивность и есть возможность создавать анимацию.

**Отображение данных единым символом** (рисунок 1) дает представление о расположении объектов, их группировании и распределении (рисунок 1). В данном случае атрибутивные данные не используются и каждый объект слоя показывается одинаково. Например, для точечного слоя можно установить цвет, размер и форму значка, для линейного – цвет, толщину и тип линии, для площадного – цвет и тип заливки, цвет, толщину и тип линии обводки.



Рисунок 1 – Тематическая карта, отображающая потухшие супервулканы планеты одним символом

В методе уникальных значений (рисунок 2) используется одна тематическая переменная произвольного типа. На карте уникальных значений объекты отображаются на основании значений тематической переменной. Каждому уникальному значению соответствует свой графический стиль [1].

Такое отображение объектов показывает, каким образом распределены одинаковые объекты, как объекты разных типов расположены относительно друг друга, а также позволяют визуально оценить величину объема одной категории объектов относительно других категорий.

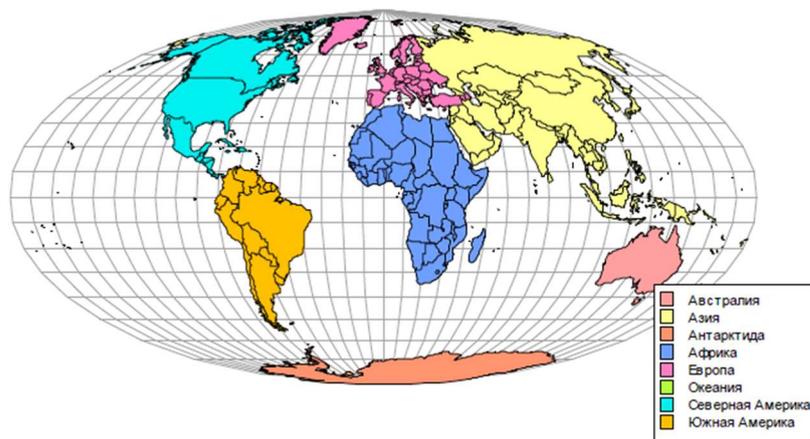


Рисунок 2 - Тематическая карта, построенная методом уникальных значений

В методе диапазонов (рисунок 3) используется одна тематическая переменная числового типа. Его суть в том, что интервал значений тематической переменной разбивается на диапазоны, для каждого диапазона устанавливается свой стиль

отображения и объекты слоя имеют стиль того диапазона, в который они попали. Такой способ отображения наиболее удобен для отображения ранжированных данных, а также данных, связанных с какого-либо рода численной прогрессией [1].

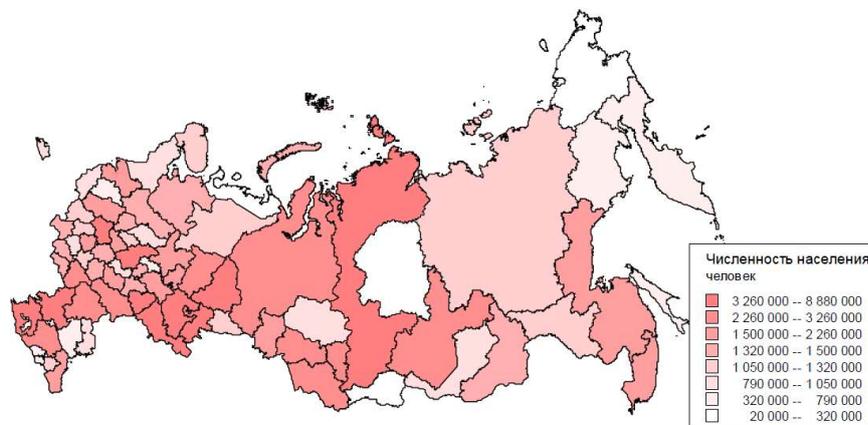


Рисунок 3 – Тематическая карта, построенная методом диапазонов

Разбиение на диапазоны можно выполнить по-разному. Среди методов разбиения есть:

- равные диапазоны – весь интервал делится на диапазоны одного размера;
- равное количество объектов – в каждом диапазоне содержится одинаковое число объектов;
- естественные группы (границы) – объекты делятся по диапазонам, границы которых устанавливаются там, где встречаются относительно большие различия между значениями данных;
- диапазоны, заданные пользователем – пользователь вручную задает количество и границы диапазонов.

Кроме приведенных выше, встречаются и другие способы, основанные, например, на дисперсии данных, квантовании и т.п.

Метод диапазонов может применяться к слоям с точечными, линейными и площадными объектами.

Как и в методе диапазонов, в **методе размерных символов** (рисунок 4) используется одна тематическая переменная числового типа. Размер символа каждого объекта определяется пропорционально значению тематической переменной. Пропорции могут определяться, как правило, линейной, квадратичной или логарифмической зависимостью [1].



Рисунок 4 – Тематическая карта, построенная методом размерных символов

Метод может применяться к слоям с точечными, линейными и площадными объектами. В случае с точечными объектами, символом может являться значок, с линейными – линия, а с площадными – значок в центре полигона.

В **методе плотности точек** (рисунок 5) используется одна тематическая переменная числового типа. При создании карт плотности задаётся размер точки и количественное значение объектов или явлений, которому соответствует одна точка. Точки размещаются внутри площадных объектов.



Рисунок 5 – Тематическая карта, построенная методом плотности точек

Применение такого способа отображения атрибутивных данных является одним из способов показа плотности распределения объектов или явлений на интересующей территории

В **методе диаграмм** используются две и более тематических переменных числового типа. Около каждого объекта строится диаграмма, отображающая

соотношение значений тематических переменных. Наиболее часто используются круговые и столбчатые диаграммы [1].

Круговые диаграммы (рисунок 6) используются для представления долей каждой величины в общем объеме. Так, например, данный вид диаграмм можно использовать для представления возрастных групп населения. Стоит отметить, что наглядность круговой диаграмм зависит от количества частей совокупности — чем больше частей нужно представить, тем менее наглядна диаграмма.

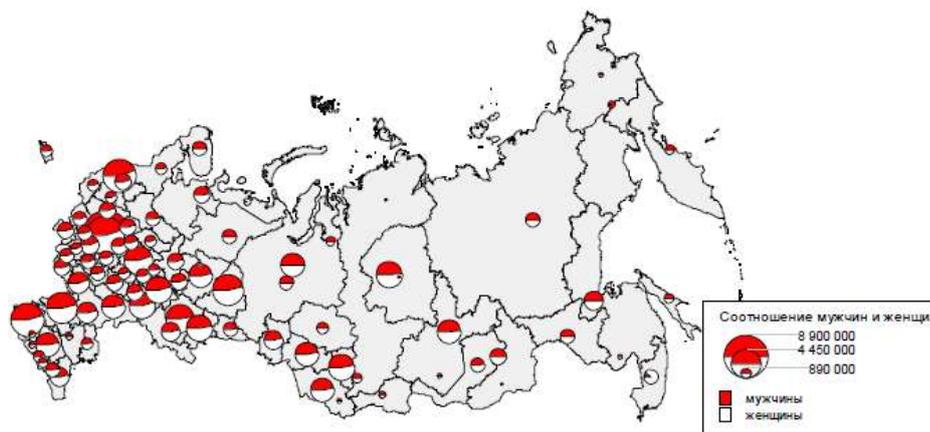


Рисунок 6 – Тематическая карта, построенная методом круговых диаграмм

Столбчатые диаграммы (рисунок 7) – это диаграммы, которые представляют статистические данные в виде прямоугольных столбцов с высотой, пропорциональной значениям, которые они представляют. При этом все сравниваемые показатели должны быть выражены одной единицей измерения. Столбчатые диаграммы используются для наглядного сравнения статистических данных.



Рисунок 7 – Тематическая карта, построенная методом столбчатых диаграмм

## **1.2 Веб-картография**

Веб-картография представляет собой отрасль картографии, изучающую методы проектирования и реализации карт в Сети, способы использования веб-карт и др. В узком смысле веб-картография изучает технологии разработки, внедрения и распространения карт в Интернете.

### **1.2.1 Типичная архитектура картографических веб-приложений**

Типичная архитектура картографических веб-приложений описана на рисунке 8. На стороне сервера есть веб-сервер, ГИС сервер, сервер базы данных и/или файловый сервер. Чаще всего все эти компоненты находятся на одном компьютере, но они также могут быть распределены между несколькими компьютерами [4].

Веб-сервер представляет собой компьютер, на котором установлено соответствующее программное обеспечение с возможностями интерпретации запросов, отправляемых по протоколам HTTP, HTTPS, FTP, FTPS, SMTP и т. д. Сетевые клиенты могут запрашивать у сервера различные ресурсы. Через HTTP сервер отвечает на веб-страницу, изображение, файл, данные и различные запросы службы. Когда клиент (веб-браузер) запрашивает доступ к сайту, веб-сервер отвечает на этот запрос. Сервер обрабатывает запрос, интерпретирует его и возвращает ответ, который веб-браузер отображает пользователю. Можно отправлять запросы на различные типы ресурсов (файлов) через HTTP, а не только запросы HTML-страниц. Поскольку доступ к каждому компьютеру определяется портами (входами), представленными числами, следовательно, доступ к веб-серверу определяется портом. Как правило, порт для доступа к веб-серверу равен 80. Наиболее часто используемыми веб-серверами в интернете являются Apache и Nginx<sup>1</sup>. Также достаточно популярны Cloudflare Server, Microsoft-IIS, LiteSpeed [4].

---

<sup>1</sup> По данным проекта W3Techs ([https://w3techs.com/technologies/overview/web\\_server](https://w3techs.com/technologies/overview/web_server))

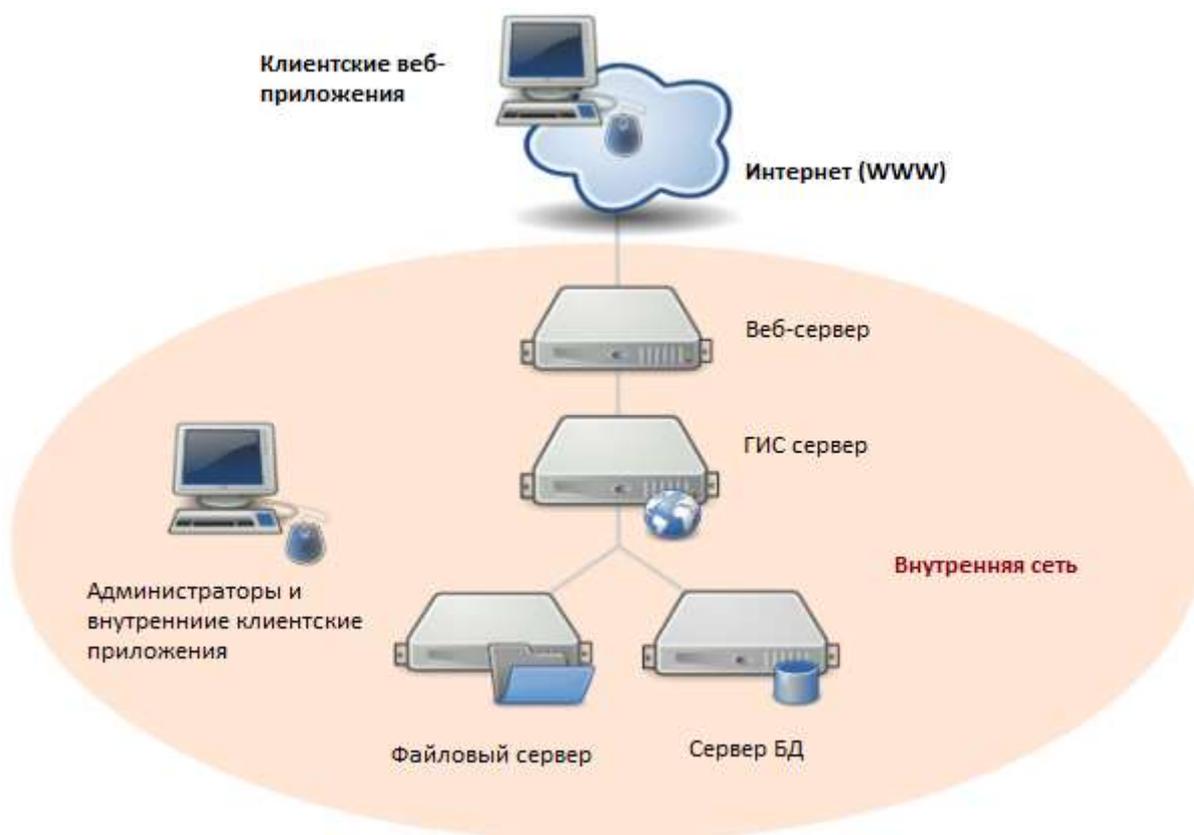


Рисунок 8 – Архитектура системы веб-картографии

ГИС сервер представляет собой специализированное программное приложение, включающее в себя часть модели веб-сервера и имеющее реализованный функционал для приема и ответа на запросы пространственной информации. ГИС сервер использует различные протоколы. Как правило, это картографический веб-сервис (WMS), веб-сервис объектов (WFS) и другие открытые или внутренние стандарты. Эти протоколы разработаны специально для обмена геоинформацией, будь то векторные данные, пространственные атрибуты, растровые карты или другие. Наиболее известными ГИС серверами являются GeoServer, MapServer, ArcGIS Server и QGIS Server [4].

Сервер базы данных и/или файловый сервер содержат все пространственные данные. Они могут быть оснащены устройствами резервного хранения и регулярными сценариями резервного копирования, которые предотвращают потерю данных.

Большинство распространённых коммерческих СУБД поддерживают работу с пространственными данными и также существует ряд специальных расширений для

СУБД, изначально не поддерживающих пространственные типы данных, таковы, например, Spatial Query Server от корпорации Boeing и расширение PostGIS [4].

Во внутренней сети могут быть настольные рабочие станции, используемые администраторами и внутренними клиентскими приложениями. Эти машины также будут использоваться для подготовки данных, создания карт и иногда для администрирования других машин.

В некоторых случаях веб-приложение может быть разработано исключительно для использования людьми внутри организации и никогда не увидит открытый веб. В этом случае клиентские приложения также могут находиться на этих настольных компьютерах.

На стороне клиента есть компонент отображения веб-карты, встроенный в веб-страницу, и он обрабатывает и отображает данные в виде карты. Также клиент должен обеспечить возможность создания запроса данных на сервере и возможность получения ответов на запросы со стороны сервера и отображения их в веб-браузере. Существуют библиотеки (обычно на JavaScript), которые позволяют визуализировать, манипулировать и анализировать пространственные данные, опираясь на веб-стандарты. Наиболее известны такие картографические библиотеки, как Leaflet [5], OpenLayers [6], Google Maps API [7].

Связь клиентского, прикладного и серверного уровней осуществляется через сеть, например, Web, и система имеет распределенную архитектуру с физически разделенными компонентами, в то время как вся система ведет себя как один функциональный блок.

Доступ к серверам карт осуществляется по стандартным протоколам веб-карт, отправляющим запрос по протоколу HTTP. Клиент может быть непосредственным пользователем данных или другой картографической службой, которая обрабатывает запросы, отправленные другим клиентом. Форматом обмена данными в сети может быть XML, JSON, YAML, RSS.

## 1.2.2 Стандарты Open Geospatial Consortium (OGC)

Open Geospatial Consortium (OGC) - это международный консорциум из более чем 498 предприятий, правительственных учреждений, исследовательских организаций и университетов, которые стремятся сделать пространственную (географическую) информацию и услуги доступными, совместимыми и повторно используемыми [8].

Миссия OGC состоит в том, чтобы служить глобальным форумом для сотрудничества разработчиков и пользователей продуктов и услуг пространственных данных, а также содействовать разработке международных стандартов для взаимодействия с геопространственными данными.

Базовый набор стандартов OGC содержит более 60 стандартов [8], в том числе WMS, WFS, WCS, WPS и SLD.

OGC определил спецификации протоколов Web Mapping Service (WMS) для передачи геопространственных данных с серверов на клиентские приложения. Служба WMS создает изображение (например, GIF, JPG) геопространственных данных и предоставляет клиентам доступ к нему без сохранения локальной копии набора данных. Запрос WMS определяет географический слой(и) и область интереса, подлежащую обработке. Полученное изображение просто использовать для визуализации, но стандартный ГИС-анализ невозможен с использованием WMS.

Стандарт интерфейса OGC Web Feature Service (WFS) определяет набор интерфейсов для доступа к географической информации на уровне объекта и свойства объекта через Интернет. В отличие от WMS, который возвращает изображение карты, сервис WFS возвращает фактические объекты с геометрией и атрибутами, которые клиенты могут использовать в любом типе геопространственного анализа. Сервисы WFS также поддерживают фильтры, позволяющие пользователям выполнять пространственные и атрибутные запросы к данным.

Web Coverage Service (WCS) – это стандарт для совместного использования растровых наборов данных через Интернет. Сервис WCS возвращает данные в формате, удобном для применения в качестве входного формата для анализа и

моделирования. Наборы растровых данных, доступные посредством сервиса WCS, называются покрытиями.

Web Processing Service (WPS) предоставляет правила для стандартизации входных и выходных данных (запросов и ответов) для сервисов геопространственной обработки. Он определяет интерфейс, который облегчает публикацию геопространственных процессов и обнаружение клиентами этих процессов и привязку к ним. Данные, необходимые для WPS, могут быть доставлены по сети или доступны на сервере.

SLD – это XML-схема, определенная OGC, которая используется для стилизации слоев или групп слоев (карт); другими словами, SLD – это инструмент для картографического форматирования слоев. С его помощью можно определить отображение векторных и растровых данных. Типичное использование SLD – это точное определение способа, которым будет выполняться рендеринг слоя при отправке WMS запроса на этот слой.

В 2007 году OGC разделила спецификации SLD на две новые: Symbology Encoding (SE) и Styled Layer Descriptor (SLD). SE предоставляет язык XML для стилизации информации, в то время как профиль SLD WMS позволяет применять SE к слоям WMS с использованием расширений операций WMS. Кроме того, SLD определяет операцию для стандартизированного доступа к условным обозначениям.

### **1.3 Обзор и анализ существующих картографических веб-приложений**

В данном разделе рассматриваются некоторые из веб-приложений, которые могут быть использованы для тематического картографирования. Ниже приводится обзор и анализ преимуществ и недостатков этих веб-приложений.

Для начала рассмотрим веб-приложение, предоставляющее уже готовый набор тематических карт, а именно Публичную кадастровую карту (рисунок 9) [9]. Здесь есть базовый слой, на котором может быть Единая электронная картографическая основа или космоснимки ESRI. Набор тематических слоев весьма мал: Форма собственности на земельный участок (ЗУ), кадастровая стоимость ЗУ, кадастровая стоимость ЗУ за 1 кв. м., Категории земель, Разрешенное использование

ЗУ. Данные тематические слои являются картограммами. Есть еще множество похожих приложений, использующих те же данные Росреестра.



Рисунок 9 – Публичная кадастровая карта

Яндекс.Карты – самый посещаемый картографический интернет-проект в России<sup>2</sup> [10]. В нем есть возможность создать свою тематическую карту (рисунок 10), используя пользовательский набор данных.

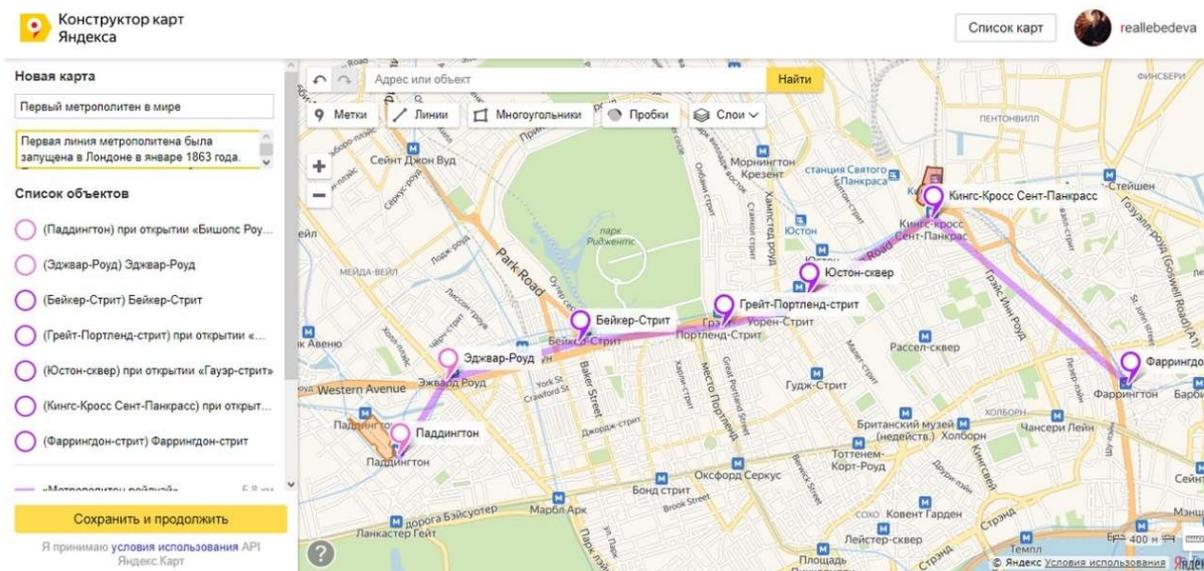


Рисунок 10 – Конструктор карт Яндекс

Здесь существует возможность импортировать объекты из файла одного из нескольких форматов: KML, GPX, GeoJSON, CSV, XLSX. Причем CSV и XLSX

<sup>2</sup> По статистике сайта Яндекс.Радар ([https://radar.yandex.ru/top\\_list?thematic=reference%2Cmaps\\_charts](https://radar.yandex.ru/top_list?thematic=reference%2Cmaps_charts))

файлы должны соответствовать определенным шаблонам, что ограничивает набор атрибутов. Еще одним минусом является то, что карта имеет только один тематический слой и нет возможности добавить несколько наборов данных. Стиль объектов определяется только методом индивидуальных значений.

В популярном сервисе Google.Maps [11] тоже существует подобный функционал (рисунок 11). Важным преимуществом перед Яндекс.Картами является возможность добавления нескольких слоев на карту, а соответственно и несколько своих наборов данных в разных форматах. Поддерживаемые форматы: CSV, TSV, KML, KMZ, GPX, XLSX, Таблица Google, Одна или несколько фотографий на Google Диске или Google Фото. Отсюда еще одно преимущество – большее количество поддерживаемых форматов без особых ограничений. Стили объектов определяются подобно Яндекс.Картам.

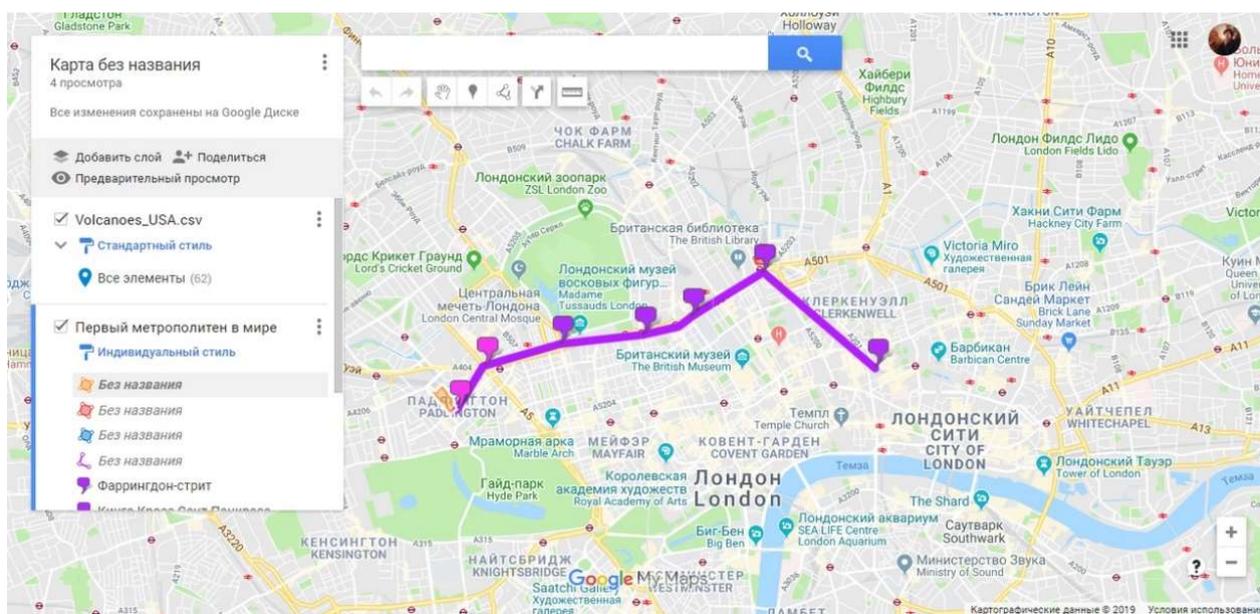


Рисунок 11 – «Мои карты» в Google.Maps

Наконец, пожалуй, самым продвинутым инструментом из рассмотренных является ArcGIS Online [12] представленный на рисунке 12. На карту можно добавить слои из файлов с форматами: Шейп-файл (ZIP-архив, содержащий все файлы шейп-файла), CSV, TXT, GPX, GeoJSON. При добавлении файла с данными разных типов (полигоны, линии, точки и т. п.) слой делится на подслои с разными типами данных. В каждом таком слое можно настроить стиль объекта разными методами. В отличие от предыдущих сервисов, здесь для визуализации используется не только метод

индивидуальных значений, но и методы диапазонов, размерных символов, плотности точек, в зависимости от выбранных для отображения атрибутов. Единственное, что мешает пользователю свободно создавать нужные ему тематические карты – это то, что в ArcGIS Online бесплатны только основные функции.

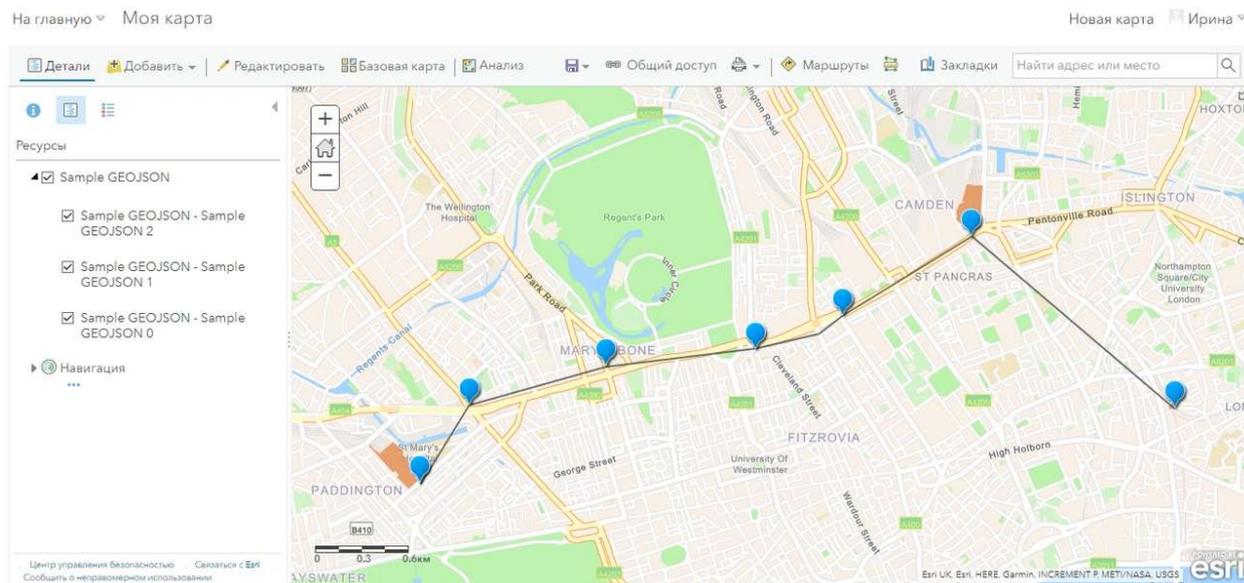


Рисунок 12 – ArcGIS Online

Кроме рассмотренных в данном разделе веб-сервисов существует множество проектов с открытым кодом, имеющих небольшой функционал, достаточный для создания простых тематических карт. Но они, в отличие от популярных сервисов, весьма неудобны в использовании и дают намного меньше возможностей.

#### 1.4 Сравнение библиотек для веб-картографии

В наши дни картографические библиотеки стали популярными благодаря развитию Интернета. Они позволяют отображать карты с метками, маршрутами и другими пространственными данными в веб-браузере. Самые известные из таких библиотек - Яндекс.Карты API [13], Google Maps API [7], OpenLayers [6] и Leaflet [5].

Для большого количества продуктов со схожими функциями важно понимать их сходство и различия и решать, какие задачи они могут выполнять. Обычно проверяют только охват области и полноту картографических материалов, но не функции, предоставляемые библиотекой, что в конечном итоге мешает четко определить выбор [14].

Google Maps API - это картографическая библиотека, разработанная Google. Она известна своей огромной базой данных мест и приличной маршрутизацией. Внешний вид карты настраивается через веб-сайт и может быть реализован дизайнером (не требуется усилий разработчиков). Использование самой карты бесплатно, но придется платить за отображение мест, их детали и маршруты. В конечном счете, она не позволяет отображать сложную структурированную информацию и информацию из внешних источников [14].

API Яндекс.Карт является аналогом продукта Google. Она повторяет свои функции и идеи во многих отношениях, но имеет больше контента в России. Поэтому библиотека чаще используется в России [13].

OpenLayers - это высокопроизводительная, многофункциональная JavaScript библиотека для создания интерактивных карт в Интернете. Она может отображать карты, векторные данные и маркеры, загруженные из любого источника на любой веб-странице. OpenLayers был разработан для дальнейшего использования географической информации всех видов. Она имеет открытый исходный код и распространяется бесплатно.

Leaflet - это библиотека JavaScript с открытым исходным кодом для интерактивных карт. При небольшом весе, она имеет все картографические функции, которые нужны большинству разработчиков. Leaflet разработана с учетом простоты, производительности и удобства использования. Она эффективно работает на всех основных настольных и мобильных платформах, может быть расширена за счет множества плагинов, имеет красивый, простой в использовании и хорошо документированный API и простой, читаемый исходный код.

Чтобы определить наиболее подходящее средство для визуализации пространственных данных на клиенте, все библиотеки, описанные выше, были проанализированы в соответствии со следующими критериями (таблица 1): размер библиотеки; функциональность; доступность основных карт; поддержка внешних слоев; участие в крупных проектах; расширяемость; документация; поддержка; условия распространения.

Таблица 1 – Сравнение библиотек

Критерий	OpenLayers	Leaflet	Google Maps API	Яндекс.Карты API
1	2	3	4	5
Размер библиотеки	170 Кбайт	123 Кбайт	22 Кбайт	45 Кбайт
<b>Функциональность</b>				
Кластеризация	+	+	+	+
Тепловые карты	+	+	+	+
Геокодирование	-	-	+	+
Доступность основных карт	MapQuest, OpenStreetMap, Bing Maps и др.	OpenStreetMaps, Bing Maps, EsriMaps и др.	Google Maps	Яндекс.Карты
Поддержка внешних слоев	TMS, WMS, WFS, KML, GeoJSON, GPX	TMS, WMS, WFS, KML, GeoJSON, GPX, GeoCSV, Shapefile	TMS, KML, GeoJSON	TMS, KML, GPX
Расширяемость	+	+	-	-
Документация	+	+	+	+
Поддержка	+	+	+	+
Условия распространения	Лицензия BSD, Открытое ПО	Лицензия BSD, Открытое ПО	Лимит бесплатного использования 200 долларов. Необходима привязка платежной карты. Стоимость 1000 запросов к статическим картам – 2 доллара. Стоимость 1000 запросов к динамическим картам – 7 долларов. Стоимость 1000 запросов к сервису маршрутизации – от 5 до 10 долларов.	API должен использоваться только в проектах с открытым доступом. Нельзя использовать API в коммерческих проектах. Данные, полученные средствами API, должны быть показаны на карте Яндекса. Запрещается сохранять или изменять данные, полученные средствами API. Нельзя использовать API для мониторинга и диспетчеризации. Нельзя превышать суточный лимит запросов к API (25 000 запросов).

Согласно результатам анализа таблицы 1, есть две группы, элементы которых похожи по ряду критериев. Первая группа включает в себя OpenLayers и Leaflet, а вторая группа - Google Maps API и Яндекс.Карты API.

Библиотеки второй группы трудно использовать для создания многофункциональных систем мониторинга или географических порталов из-за их ограничений. Тем не менее, эти библиотеки подходят для представления небольших наборов данных, таких как расположение магазинов в сети.

С другой стороны, использование библиотек первой группы может позволить решать более сложные проблемы. Поэтому при создании крупномасштабного веб-картографического сервиса стоит использовать библиотеку из первой группы.

Между библиотеками из первой группы нет принципиальных отличий. Тем не менее, OpenLayers имеет более высокие темпы роста и более широкое сообщество, поэтому можно рассчитывать на долгосрочную поддержку. Преимущества Leaflet включают в себя модульную структуру и расширение с помощью плагинов, которые позволяют разработчикам выбирать только необходимые функции и оптимизировать загрузку страниц сайта.

### **Выводы по разделу**

В данном разделе были рассмотрены существующие картографические веб-сервисы, позволяющие создавать тематические карты. Наиболее широким функционалом обладает ArcGIS Online, но в тоже время он является условно бесплатным продуктом с платным функционалом. Целью работы будет создать доступное для всех приложение с более широким функционалом, чем у ныне существующих бесплатных сервисов.

Кроме того, в разделе были проанализированы библиотеки для веб-картографии и для разработки приложения была выбрана библиотека Leaflet. Рассматриваемая библиотека выгодно отличается от своих ближайших аналогов простотой использования, малым размером и высокой производительностью. Несмотря на не самые выдающиеся функциональные возможности, ее функционал можно значительно расширить с помощью многочисленных плагинов. Так как Leaflet имеет открытый исходный код, каждый разработчик может сделать это самостоятельно, настроив библиотеку под собственные задачи.

## **2 Техническое задание**

### **Введение**

Наименование программы: «Thematic Map Creator» далее Система. Система должна отображать базовую карту, на которую пользователь может добавлять свои тематические слои. Базовая карта – это не редактируемый слой, используемый в качестве подложки и предоставляющий справочную информацию. Базовая карта обеспечивает визуальную основу для остальных слоев, чтобы пользователю было проще ориентироваться на карте.

### **2.1 Основания для разработки**

Работа выполняется на основании задания на дипломную работу.

### **2.2 Назначение разработки**

Система должна стать инструментом просмотра и редактирования географических данных и слоев, загружаемых пользователем.

Основные задачи Системы:

- предоставление пользователю инструментария по загрузке и отображению геоданных;
- предоставление пользователю инструментария по созданию тематических карт на основе пользовательских геоданных;
- регистрация пользователей веб-приложения, которая дает возможность долговременного хранения тематических карт, созданных пользователем.

### **2.3 Требования к Системе**

#### **2.3.1 Требования к функциональным характеристикам**

Для выполнения своего назначения, программное обеспечение должно отвечать следующим функциональным характеристикам:

- обеспечение набора различных методов визуализации тематических карт типов: отображение данных единым символом, отображение

данных по категориям (карты уникальных значений), представление количественных данных при помощи градаций цвета, градаций условных знаков карты, точечным способом (карты с градуированной цветовой шкалой, карты с градуированными символами, карты плотности), отображение нескольких связанных атрибутов (карты с диаграммами);

- возможность создания тематической карты с названием и описанием;
- возможность добавления на созданную карту до 10 слоев из пользовательских файлов с геоданными;
- возможность выбора пользователем для каждого слоя одного или нескольких атрибутов, по которым определяются тематические переменные<sup>3</sup>;
- возможность выбора пользователем метода визуализации в зависимости от количества и типа тематических переменных в соответствии с таблицей 2;
- возможность настройки пользователем стиля отображения (выбор символов, диапазона цветов, типа и стиля диаграммы) для соответствующих методов визуализации (таблица 2);
- отображение пользовательских слоев поверх базовой карты;
- отображение точечных, линейных или полигональных объектов в слоях (в одном слое могут быть объекты только одного типа);
- возможность регистрации и авторизации пользователя;
- возможность для зарегистрированного пользователя сохранять созданные им тематические карты;
- поддержка различных форматов файлов: CSV, GeoJSON, XLSX, KML, GPX.

---

<sup>3</sup> Тематическая переменная – переменная, используемая в процедуре тематического выделения объектов слоя и для каждого объекта принимающая значение, равное значению соответствующей записи в определенном поле.

Таблица 2 – Требования к методам визуализации

Метод	Типы объектов	Настройки стиля	Кол-во атрибутов для отображения	Тип атрибутов для отображения
Единый символ	Точечный	Цвет, размер значка	Нет	-
	Линейный	Толщина, цвет линии		
	Площадной	Цвет заливки, толщина линии обводки		
Уникальные значения	Точечный	Цвет, размер значка	1	Произвольный
	Линейный	Толщина, цвет линии		
	Площадной	Цвет заливки, толщина линии обводки		
Карта плотности	Площадной	Размер, цвет точки, значение точки	1	Числовой
Градуированные символы	Точечный	Цвет значка, мин. и макс. размер значка, вид зависимости (линейная, квадратичная, логарифмическая)	1	Числовой
Градуированные цвета	Точечный	Размер значка, диапазоны цветов	1	Числовой
	Линейный	Толщина линии, диапазоны цветов		
	Площадной	Толщина линии обводки, диапазоны цветов заливки		
Картодиаграмма	Точечный	Тип диаграммы (круговая, столбчатая), цвета, размер, вид зависимости (линейная, квадратичная, логарифмическая)	2 и более	Числовой
	Линейный			
	Площадной			

### 2.3.2 Требования к надежности

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

1. при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части, приводящих к перезагрузке ОС, восстановление программы должно происходить после перезапуска ОС и запуска необходимых для работы Системы служб;

2. при ошибках в сбоях аппаратных средств (кроме носителей данных) восстановление работоспособности возлагается на ОС;

3. при ошибках, связанных с программным обеспечением (ОС и драйверы устройств), восстановление работоспособности возлагается на ОС

### **2.3.3 Требования к безопасности**

Для выполнения своего назначения, программное обеспечение должно отвечать следующим характеристикам безопасности:

- шифрование передачи данных, шифрование имени и пароля пользователя;
- протоколирование событий безопасности на сервере, вывод однозначных диагностических сообщений в журнал событий о причине нарушения работоспособности;

### **2.3.4 Условия эксплуатации**

Стандартные условия эксплуатации программных продуктов. Минимальное количество пользователей, требуемых для работы программы, должно составлять не менее 1 штатной единицы - пользователь программы (оператор).

### **2.3.5 Требования к составу и параметрам технических средств**

Минимальные требования к техническому обеспечению серверной части:

- Процессор – x86-совместимый 2ГГц процессор;
- Объем оперативной памяти – 2 Гб;
- Дисковая подсистема – 100 Гб;
- Сетевой адаптер – 100 Мбит.

Минимальные требования к техническому обеспечению клиентской части:

- Процессор – x86-совместимый 2ГГц процессор;
- Объем оперативной памяти – 2 Гб;
- Сетевой адаптер – 100 Мбит.

### **2.3.6 Требования к информационной и программной совместимости**

Минимальные требования к программному обеспечению серверной части:

Операционная система: MS Windows 7 или Linux 5.0

- IIS 7.5 или Apache 2.2
- MS SQL Server 2017

- Пакет .Net Core SDK 3.1

Минимальные требования к программному обеспечению клиентской части:

- Браузер на базе Chromium 62.2

## 2.4 Требования к документации

Состав документации должен включать в себя отчет о проделанной работе.

## 2.5 Стадии и этапы разработки

Таблица 3 – Стадии и этапы разработки

Основные этапы	Содержание работ	Дата окончания
Проектирование приложения	Проектирование архитектуры	31.03.20
	Проектирование базы данных	1.04.20
	Варианты использования	2.04.20
	Выбор технологий разработки	6.04.20
	Эскизное проектирование интерфейса	6.04.20
Реализация приложения	Реализация БД	9.04.20
	Авторизация	16.04.20
	Реализация API-сервиса	22.04.20
	Реализация клиента	6.05.20
	Методы визуализации	15.05.20
	Окончательная верстка клиента	22.05.20
	Работа с файлами	27.05.20
Тестирование	Unit-тестирование	29.05.20
	Ручное тестирование	29.05.20
	Исправление ошибок	2.06.20
Анализ результатов работы и оформление пояснительной записки	Оценка соответствия программного приложения заявленным требованиям к нему	3.06.20
	Оформление пояснительной записки	5.06.20

## 2.6 Порядок контроля и приемки

По окончании работ по созданию Системы должно быть спроектировано и разработано необходимое программное обеспечение для работы функционала Системы.

В соответствии с ТЗ со стороны заказчика приемку осуществляет Ковин Р.В., со стороны исполнителя сдают результаты работ Кудрявцева И.А., Моисеев П.В.

### 3 Проектирование приложения

Поставленные задачи были распределены между членами команды так, чтобы была возможность выполнения параллельного выполнения задач (рисунок 13).

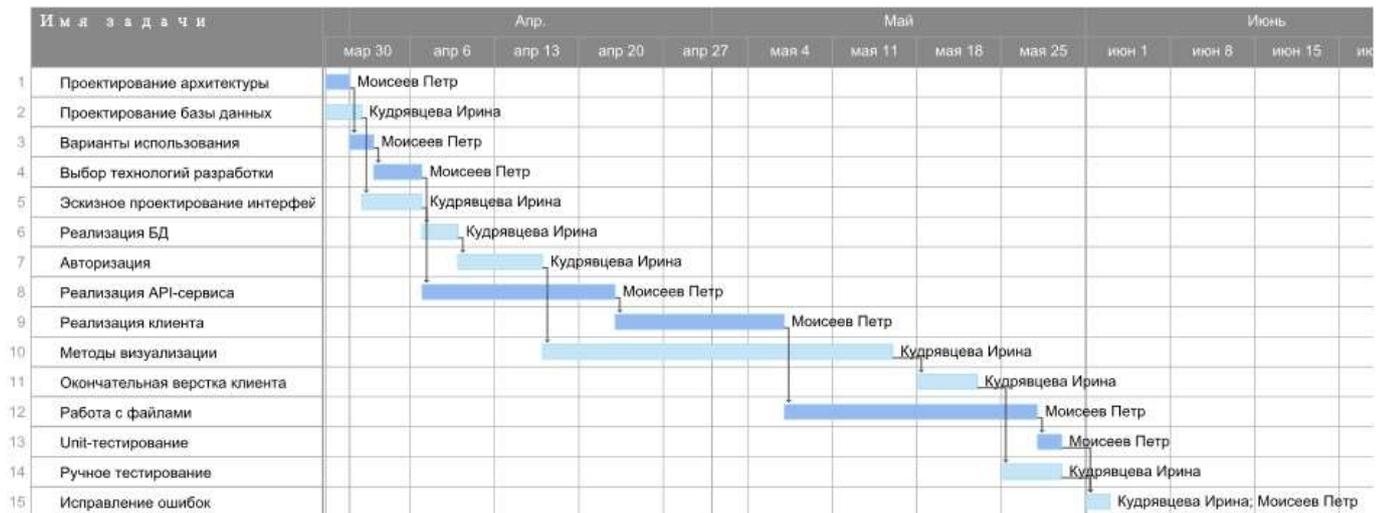


Рисунок 13 – График выполнения задач

#### 3.1 Архитектура приложения

Система имеет клиент-серверную архитектуру (рисунок 14), так как она подходит для реализации веб-приложения, доступ к которому предоставляется всем пользователям (см. техническое задание).

В качестве клиента выступает браузер. Серверная часть системы отвечает за представление данных и бизнес-логику. Взаимодействие клиентской части с серверной осуществляется посредством сети Интернет.

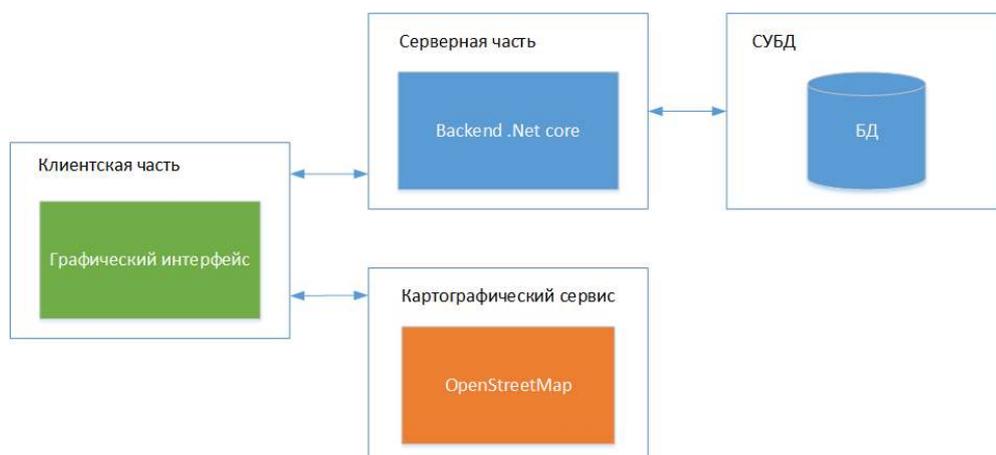


Рисунок 14 – Диаграмма компонентов системы



3. Пользователь вводит необходимые данные в поля формы (имя пользователя, электронная почта, пароль и подтверждение пароля) и подтверждает введенные данные.

4. Система регистрирует и авторизует нового пользователя и отображает начальную страницу.

Альтернативный сценарий 1:

Условие: на шаге 3 основного сценария пользователь ввел некорректные данные.

4. Система сообщает об ошибке и возвращается к шагу 2.

Альтернативный сценарий 2:

Условие: во время выполнения основного сценария произошла неожиданная ошибка на сервере.

1. Система сообщает об ошибке и прерывает выполнение основного сценария.

Данный альтернативный сценарий применяется ко всем ВИ.

## **2) ВИ «Авторизация»**

Начальные условия: зарегистрированный пользователь не авторизован.

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Вход».

2. Система отображает пользователю форму авторизации (электронная почта и пароль).

3. Пользователь вводит необходимые данные в поля формы и подтверждает введенные данные.

4. Система авторизует пользователя и отображает начальную страницу.

Альтернативный сценарий 1:

Условие: на шаге 3 основного сценария пользователь ввел некорректные данные.

4. Система сообщает об ошибке и возвращается к шагу 2.

## **3) ВИ «Создание тематической карты»**

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Создать тематическую карту».
2. Система отображает пользователю форму создания тематической карты.
3. Пользователь вводит название и описание карты и подтверждает введенные данные.
4. Система создает новую тематическую карту и отображает пользователю пустую карту (только подложку).

Альтернативный сценарий 1:

Условие: на шаге 3 основного сценария пользователь ввел некорректные данные.

4. Система сообщает об ошибке и возвращается к шагу 2.

#### **4) ВИ «Сохранение тематической карты»**

Начальные условия: ВИ «Авторизация», открыта страница просмотра тематической карты.

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Сохранить тематическую карту».
2. Система сохраняет тематическую карту.

#### **5) ВИ «Просмотр сохранённых тематических карт»**

Начальные условия: ВИ «Авторизация».

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Просмотреть сохранённые тематические карты».
2. Система отображает пользователю страницу со списком сохраненных тематических карт.

#### **6) ВИ «Открытие тематической карты»**

Начальные условия: ВИ «Просмотр сохранённых тематических карт».

Основной сценарий:

1. Пользователь выбирает сохраненную карту и инициирует функцию «Открыть тематическую карту»;
2. Система отображает пользователю страницу просмотра тематической карты.

## **7) ВИ «Добавление слоя»**

Начальные условия: открыта страница просмотра тематической карты.

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Добавить слой к тематической карте».
2. Система отображает пользователю форму добавления слоя к тематической карте.
3. Пользователь прикрепляет файл с геоданными, указывает тип геоданных (точка, линия, полигон), параметры их отображения и подтверждает введенные данные.
4. Система загружает файл, добавляет слой из файла к тематической карте, применяет указанные параметры отображения, отображает страницу просмотра тематической карты с добавленным слоем.

Альтернативный сценарий:

Условие: на шаге 3 основного сценария пользователь указал неверный тип геоданных.

4. Система сообщает об ошибке и возвращается к шагу 2.

## **8) ВИ «Настройка параметров отображения слоя»**

Начальные условия: открыта страница просмотра тематической, к которой добавлено не менее одного слоя.

Основной сценарий:

1. Пользователь выбирает слой и инициирует функцию «Настроить отображение слоя».
2. Система отображает пользователю форму настройки параметров отображения слоя.
3. Пользователь указывает параметры отображения данных и подтверждает введенные данные.
4. Система сохраняет и применяет указанные параметры отображения, обновляет страницу просмотра тематической карты с изменённым слоем.

Альтернативный сценарий 1:

Условие: на шаге 3 основного сценария пользователь ввел некорректные данные.

4. Система сообщает об ошибке и возвращается к шагу 2.

#### **9) ВИ «Удаление тематической карты»**

Начальные условия: ВИ «Просмотр сохранённых тематических карт» или открыта страница просмотра тематической карты.

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Удалить тематическую карту».

2. Система отображает окно подтверждения удаления.

3. Пользователь подтверждает или отменяет удаление.

4. Если пользователь подтвердил удаление, Система удаляет тематическую карту и отображает начальную страницу если пользователь не авторизован или страницу со списком сохраненных тематических карт для авторизованного пользователя. Если пользователь отменил удаление, выполнение сценария прерывается.

#### **10) ВИ «Удаление слоя тематической карты»**

Начальные условия: открыта страница просмотра тематической, к которой добавлено не менее одного слоя.

Основной сценарий:

1. Пользователь инициирует функцию «Удалить слой тематической карты».

2. Система отображает окно подтверждения удаления.

3. Пользователь подтверждает или отменяет удаление.

Если пользователь подтвердил удаление, Система удаляет слой тематической карты и отображает страница просмотра тематической карты без удаленного слоя. Если пользователь отменил удаление, выполнение сценария прерывается.

### **3.3 Выбор технологий разработки**

#### **3.3.1 Серверная часть**

Для разработки серверной части могут использоваться такие языки программирования как PHP, Java, Python, JavaScript и его производные (например, TypeScript), C# и другие [15].

Для написания серверной части был выбран язык программирования C# и платформа .Net Core [16], поскольку авторы данной работы имеют больше навыков работы с данными технологиями, чем с остальными. Данный выбор предполагает более низкие трудозатраты на реализацию приложения.

C# является универсальным, безопасным в отношении типов, объектно-ориентированным языком программирования. В языке соблюдается баланс между простотой, выразительностью и продуктивностью. Инфраструктура с открытым исходным кодом .Net Core, предназначена для написания легко развёртываемых Интернет-приложений и микросервисов, которые функционируют в среде Windows, macOS и Linux. Данный язык и инфраструктура были выбраны также из-за наличия опыта работы с ними, так как потребуется меньше времени.

#### **3.3.2 Юнит тестирование**

До запуска приложения в производство, когда оно станет доступно пользователям, важно убедиться, что данное приложение функционирует, как и должно, что в нем нет ошибок. Для проверки приложения можно использовать различные схемы и механизмы тестирования. Одним из таких механизмов являются юнит-тесты [17].

Юнит-тесты позволяют быстро и автоматически протестировать отдельные компоненты приложения независимо от остальной его части. Не всегда юнит-тесты могут покрыть весь код приложения, но тем не менее они позволяют существенно уменьшить количество ошибок уже на этапе разработки.

Для написания юнит-тестов мы можем сами создавать весь необходимый функционал, использовать какие-то свои способы тестирования, однако, как правило, для этого применяются специальные фреймворки. Некоторые из них:

- xUnit.net: фреймворк тестирования для платформы .NET. Современный, стремительно развивающийся фреймворк [17].
- MS Test: фреймворк юнит-тестирования от компании Microsoft, который по умолчанию включен в Visual Studio и который также можно использовать с .NET Core [17].
- NUnit: портированный фреймворк с JUnit для платформы .NET [17].

Данные фреймворки предоставляют несложный API, который позволяет быстро написать и автоматически проверить тесты.

Для написания юнит-тестов использовался фреймворк тестирования xUnit.net, так как он является наиболее популярным фреймворком для работы именно с .NET Core и ASP.NET Core.

### 3.3.3 Клиентская часть

Для разработки фронтенда чаще всего используется язык JavaScript и такие фреймворки, как AngularJS, ReactJS, Vue.js, Ember.js [18].

Для создания клиента решено использовать фреймворк Angular [19]. Прежде всего он нацелен на разработку SPA-решений, то есть одностраничных приложений.

Одной из ключевых особенностей Angular является то, что он использует в качестве языка программирования TypeScript [19]. TypeScript - это строго типизированный и компилируемый язык, который реализует многие концепции, которые свойственны объектно-ориентированному языку.

Данный фреймворк был выбран потому, что язык TypeScript ближе к языку C# и другим строго типизированным языкам программирования. Кроме того, строгая типизация TypeScript уменьшает количество потенциальных ошибок, которые могли бы возникнуть при разработке на JavaScript.

## 4 Реализация приложения

### 4.1 Реализация API-сервиса

Поскольку архитектура приложения клиент-серверная, для их взаимодействия было реализовано REST API-сервис. Клиентами такого сервиса могут быть приложения любой технологии и платформы. Были созданы следующие контроллеры и их методы:

1. `MapsController` – контроллер, отвечающий за управление пользовательским картами и слоями:
  - a. `DeleteMap` – удаление карты по ее идентификатору;
  - b. `GetLayersByMapId` – получение слоев по идентификатору карты;
  - c. `GetMap` – получение карты по ее идентификатору;
  - d. `GetMapsByUserId` – получение списка карт по идентификатору пользователя;
  - e. `SaveMap` – сохранение карты. Если карта новая, то в базе создается новая запись, уже существующая карта обновляется.
2. `FilesController` – контроллер, отвечающий за преобразование различных форматов файлов в формат GeoJSON:
  - a. `GetGeoJsonFromCsv` – преобразование CSV-файла в GeoJSON;
  - b. `GetGeoJsonFromGpx` – преобразование GPX-файла в GeoJSON;
  - c. `GetGeoJsonFromKml` – преобразование KML-файла в GeoJSON;
  - d. `GetGeoJsonFromXlsx` – преобразование XLSX-файла в GeoJSON.
3. `AuthController` – контроллер отвечающий за регистрацию и аутентификацию пользователей.

### 4.2 Реализация клиента

Одним из ключевых элементов клиентского приложения являются компоненты [19]. Компонент управляет отображением представления на экране.

Список основных созданных на клиенте angular-компонентов:

1. `MapComponent` – компонент для отображения карты;
2. `NavbarComponent` – навигационная панель;

3. MapDetailsComponent – компонент для отображения информации об открытой карте;

4. LayersListComponent - компонент для отображения списка слоев открытой карты.

Расположение компонентов клиента представлено на рисунке 15.

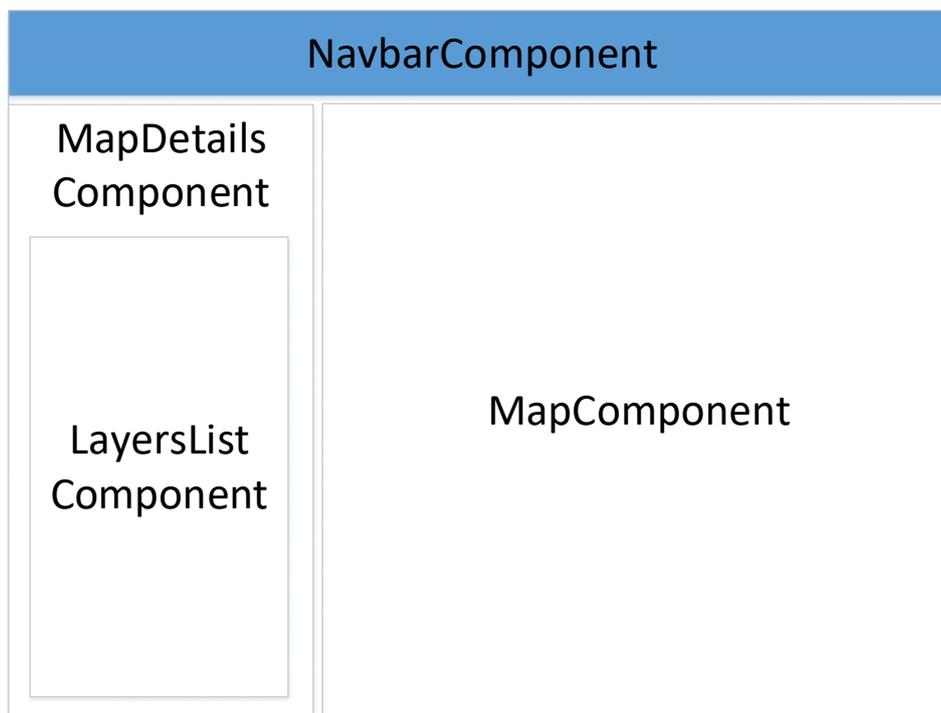


Рисунок 16 – Расположение компонентов

Все модальные окна также являются отдельными angular-компонентами.

Также были добавлены сервисы осуществляющие запросы к контроллерам API: AuthorizationService, MapService и FileService.

Поскольку в БД объекты слоя хранятся в файле формата JSON в поле Data слоя и в Leaflet встроена поддержка GeoJSON слоев [5], было решено использовать данный формат для описания объектов слоя и их атрибутов. Поэтому файлы других форматов конвертируются в GeoJSON.

Интерфейс приложения представлен на рисунках 17 и 18. На рисунке 17 представлена главная страница приложения при запуске. На рисунке 18 – главная страница пользователя с открытой картой и созданными в ней слоями.

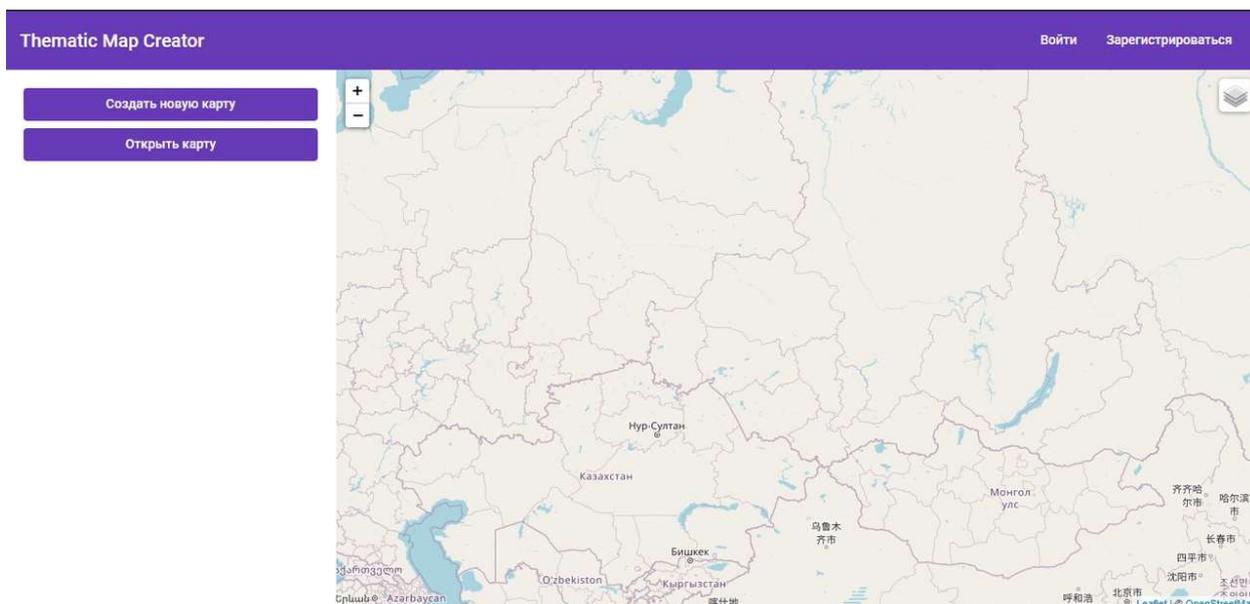


Рисунок 17 – Главная страница при запуске

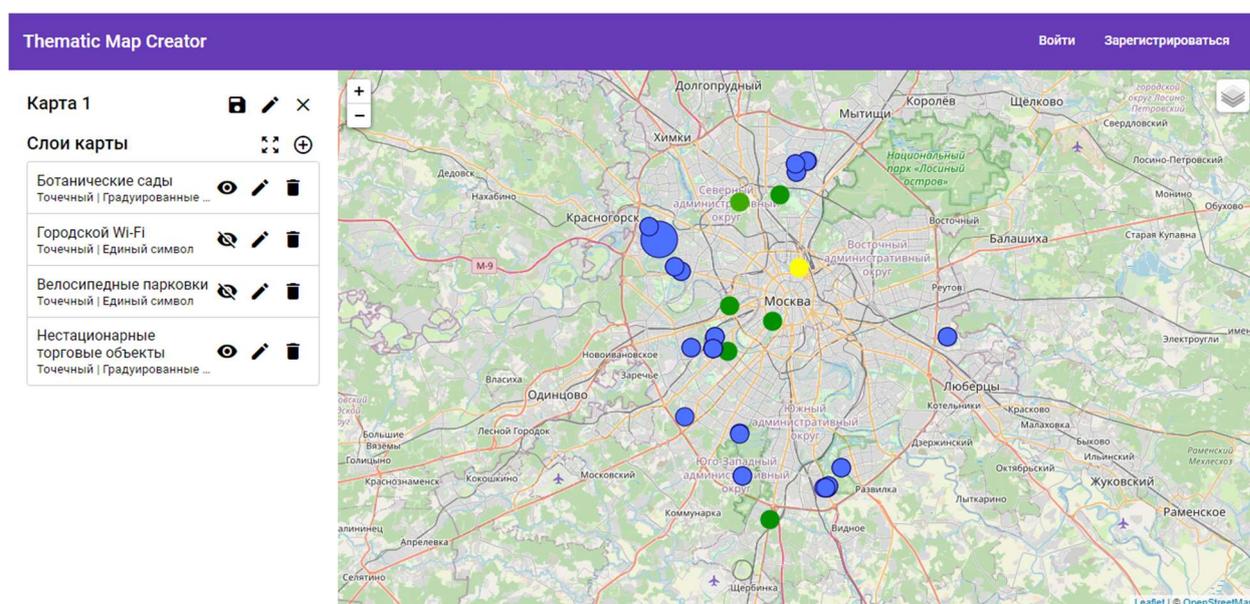


Рисунок 18 – Главная страница пользователя с открытой картой

Для слоя карты есть возможность поменять его порядок, перетащив его в нужное место в списке слоев, изменить видимость, настройки тематического стиля и удалить слой.

При открытии карты или добавлении слоя, видимая область на карте становится такой, чтобы все видимые слои помещались в нее полностью.

Чтобы сохранить карту и просматривать ее позднее, пользователь должен войти в свою учетную запись.

### 4.3 Работа с файлами

При создании слоя пользователю необходимо выбрать файл, в котором хранятся геоданные (рисунок 19). Для загрузки доступны только поддерживаемые форматы файлов. Ограничение файлов задавалось в при помощи html-атрибута ассерт, примененному к полю для отправки файлов.

При выборе формата отличного от GeoJSON файл отправляется на сервер, при помощи angular-сервиса FileService и встроенного класса HttpClient, где преобразуется в GeoJSON. Алгоритмы чтения файлов и их преобразования реализованы в классе C# FileService.

После преобразования файл возвращается клиенту в формате GeoJSON и становится доступным выбор типа слоя (точечный, линейный, площадной) в зависимости от типов геометрии присутствующих в файле. Если название слоя не было заполнено, то по умолчанию ему присваивается название файла.

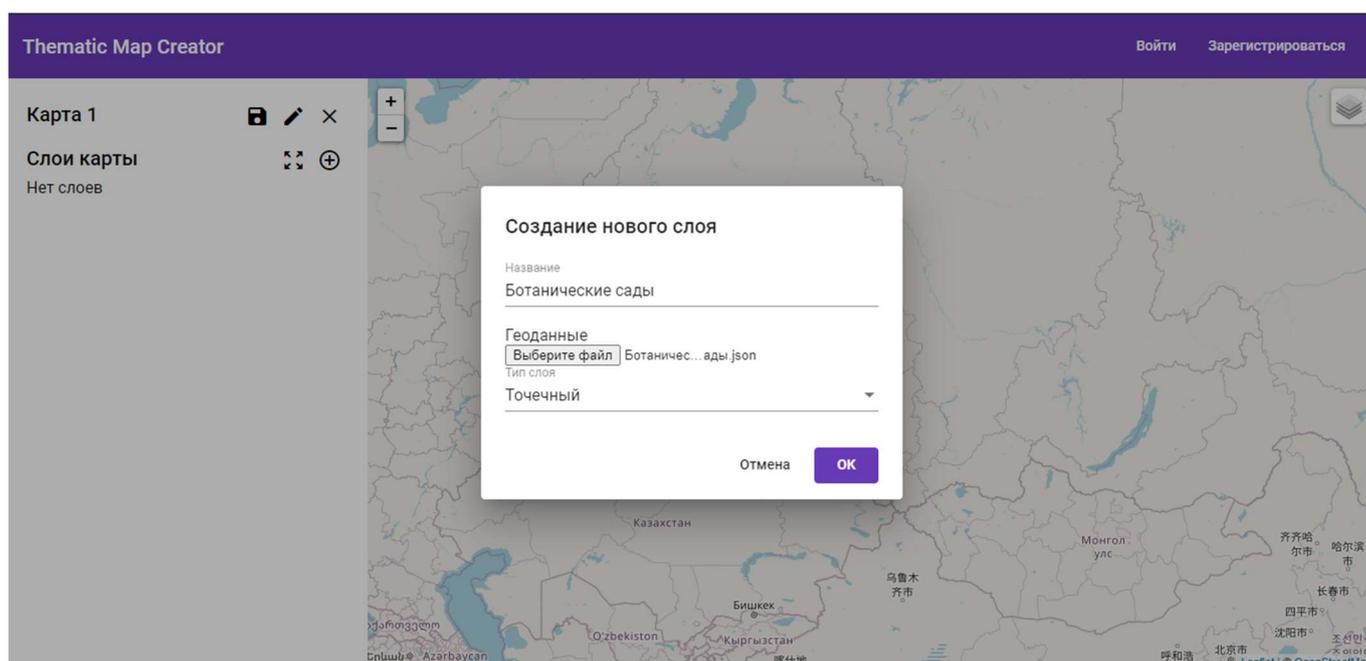


Рисунок 19 – Загрузка файла с пространственными данными

При подтверждении типа слоя происходит его фильтрация и удаляются неподходящие типы геометрии.

## 5 Тестирование

Был создан проект, в котором хранятся все тесты, и подключены библиотеки необходимые для работы xUnit.net. Для тестирования отдельных частей программы пишется отдельный класс тестов. Например, для класса FilesService, который занимается конвертацией файлов в GeoJSON, были написаны тесты FilesServiceTests. Тесты в xUnit определяются в виде методов, к которым применяются атрибуты Fact и Theory.

Обычно модель тестов содержит три логических части:

- начальная инициализация контекста тестов;
- выполнение действия, которое надо протестировать;
- проверка результата теста.

Для проверки результатов использовался класс Assert, который определен в библиотеке xUnit.net.

Код тестирования конвертации файла CSV в GeoJSON:

```
public class FilesServiceTests
{
    private readonly FilesService service;

    public FilesServiceTests()
    {
        service = new FilesService();
    }

    [Fact]
    public void ConvertCsvToGeoJson_Success()
    {
        // Arrange.
        var nameHeader = "name";
        var points = new[]
        {
            new TestPoint { Latitude = 10.5, Longitude = 50.2, Name = "Point 1" },
            new TestPoint { Latitude = 20.2, Longitude = 34.5, Name = "Point 2" }
        };

        var csv = points.Aggregate($"lat; lng; {nameHeader}", (result, point) =>
            $"{result}\r\n{point.Latitude}; {point.Longitude}; {point.Name}");

        // Act.
        var featureCollection = service.ConvertCsvToGeoJson(csv);

        // Assert.
        Assert.NotNull(featureCollection?.Features);
        Assert.Equal(2, featureCollection.Features.Count());
        var features = featureCollection.Features.ToArray();

        Assert.IsType<Point>(features[0].Geometry);
    }
}
```

```

        var point0 = features[0].Geometry as Point;
        Assert.Equal(points[0].Latitude, point0.GetLatitude());
        Assert.Equal(points[0].Longitude, point0.GetLongitude());
        Assert.Equal(points[0].Name, features[0].Properties[nameHeader]);

        Assert.IsType<Point>(features[0].Geometry);
        var point1 = features[1].Geometry as Point;
        Assert.Equal(points[1].Latitude, point1.GetLatitude());
        Assert.Equal(points[1].Longitude, point1.GetLongitude());
        Assert.Equal(points[1].Name, features[1].Properties[nameHeader]);
    }
}

```

В начале метода идет создание точек и заполнение текстового поля csv, которое симулирует содержимое файла в формате CSV. Далее происходит вызов метода ConvertCsvToGeoJson класса FilesService и получение результата. В конце проверяется, что полученный GeoJSON объект не пуст, и он содержит в себе 2 объекта типа Point. Для каждой точки идет проверка ее координат и свойств.

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

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

#### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разрабатываемое веб-приложение может быть использовано физическими лицами или работниками юридических лиц для решения задач тематического картографирования. Задачами тематического картографирования являются моделирование, анализ и наглядное представление пространственных данных.

Приложение может быть использовано информационными и новостными агентствами для визуализации статистических данных, научно-исследовательскими организациями для анализа и представления результатов анализа данных и другими организациями, нуждающимися в решении подобных задач.

#### **6.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

На рынке веб-приложений в области тематического картографирования можно выделить трех основных конкурентов: Конструктор карт Яндекса (к1), «Мои карты» в Google.Maps (к2), ArcGIS Online (к3).

В качестве факторов конкурентоспособности были выбраны: простота использования системы, удобный интерфейс пользователя, функциональные возможности, скорость обработки данных, потребность в ресурсах памяти.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	Кк1	Кк2	Кк3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Простота использования системы	0,10	5	5	5	3	0,50	0,50	0,50	0,30
2. Удобный интерфейс пользователя	0,10	4	4	4	4	0,40	0,40	0,40	0,40
3. Функциональные возможности	0,30	4	1	2	5	1,20	0,30	0,60	1,50

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Скорость обработки данных	0,08	4	4	4	4	0,32	0,32	0,32	0,32
5. Потребность в ресурсах памяти	0,08	4	5	5	4	0,32	0,40	0,40	0,32
Экономические критерии оценки эффективности									
6. Цена	0,20	5	5	5	3	1,00	1,00	1,00	0,60
7. Послепродажное обслуживание	0,05	4	4	4	5	0,20	0,20	0,20	0,25
8. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	5	5	5	0,45	0,45	0,45	0,45
Итого	1					4,74	3,57	3,87	4,14

Исходя из полученных результатов, оценка основных технических и экономических характеристик конкурентных программных решений показывает, что разрабатываемое веб-приложение является конкурентоспособным по сравнению с рассмотренными аналогами.

Основными недостатками конкурентных программных продуктов являются ограниченность функционала или сложность использования из-за большой универсальности функционала в случае с ArcGIS Online.

Разрабатываемое веб-приложение имеет следующие преимущества: высокая функциональность для анализа и наглядного представления пространственных данных и простота использования.

### 6.1.3 Технология QuaD

Для оценки качества разработки и ее перспективности на рынке была построена оценочная карта конкурентных программных решений по технологии QuaD с учетом технических и экономических особенностей этой разработки. Данная оценочная карта представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Простота использования системы	0,10	90	100	0,9	0,090
2. Удобный интерфейс пользователя	0,10	70	100	0,7	0,070
3. Функциональные возможности	0,30	80	100	0,8	0,240
4. Скорость обработки данных	0,08	70	100	0,7	0,056
5. Потребность в ресурсах памяти	0,08	70	100	0,7	0,056
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
6. Цена	0,20	100	100	1,0	0,200
7. Послепродажное обслуживание	0,05	80	100	0,8	0,040
8. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	80	100	0,8	0,072
Итого	1				0,824

Значение средневзвешенного показателя качества и перспективности научной разработки равно 82,4, а это значит, что разработка является перспективной.

#### **6.1.4 SWOT-анализ**

На основе анализа рынка и конкурентных технических решений, была составлена матрица SWOT анализа. Матрица показывает сильные и слабые стороны проекта, потенциальные возможности и угрозы для разработки. Матрица SWOT анализа представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Современные технологии разработки.</p> <p>С2. Широкий набор стилей тематических карт.</p> <p>С3. Широкий набор расширений файлов.</p> <p>С4. Простой интерфейс.</p> <p>С5. Невысокие цены на интернет-разработки</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Небольшое число разработчиков, поддерживающих проект.</p> <p>Сл2. Небольшой опыт разработки.</p> <p>Сл3. Неизвестность продукта на целевом рынке.</p> <p>Сл4. Необходим доступ в интернет.</p> <p>Сл5. Отсутствие возможности моделирования данных.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В3. Повышение качества работы сервера.</p> <p>В4. Добавление новых возможностей системы.</p> <p>В5. Появление новых разработчиков для поддержки системы.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Непопулярность продукта на рынке.</p> <p>У2. Развитие и появление аналогов разрабатываемой системы.</p> <p>У3. Обнаружение ошибок в работе системы, требующих серьезного вмешательства в ее функционирование.</p> <p>У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции разрабатываемой системы.</p> <p>У5. Устаревание технологий разработки.</p>		

Для того чтобы разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT, были построены интерактивные матрицы проекта, показывающие соответствия параметров SWOT-анализа.

Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

		Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	-	-	-	-	+
	B2	-	+	+	+	-
	B3	+	-	-	-	+
	B4	+	+	+	+	+
	B5	+	-	-	-	+

Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

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

Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

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

Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

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

Итоговый результат SWOT–анализа представлен в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:  С1. Современные технологии разработки.  С2. Широкий набор стилей тематических карт.  С3. Широкий набор расширений файлов.  С4. Простой интерфейс.  С5. Невысокие цены на интернет-разработки</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:  Сл1. Небольшое число разработчиков, поддерживающих проект.  Сл2. Небольшой опыт разработки.  Сл3. Неизвестность продукта на целевом рынке.  Сл4. Необходим доступ в интернет.  Сл5. Отсутствие возможности моделирования данных.</p>
<p>Возможности:  В1. Повышение стоимости конкурентных разработок.  В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт.  В3. Повышение качества работы сервера.  В4. Добавление новых возможностей системы.  В5. Появление новых разработчиков для поддержки системы.</p>	<p>В1С5, В2С2С3С4 – Повышение конкурентоспособности данного проекта.  В3С1С5 – Повышение скорости работы приложения.  В4С1С2С3С4С5 – Увеличение количества потенциальных потребителей за счет увеличения функционала.  В5С1С5 – Повышение скорости разработки и качества послепродажного обслуживания.</p>	<p>В1В2Сл3 – Повышение известности продукта.  В3В4Сл4 – Увеличение качества связи через интернет.  В4Сл5 – Появление возможности моделирования данных.  В5Сл1Сл2Сл5 – Увеличение числа разработчиков и их навыков.</p>
<p>Угрозы:  У1. Непопулярность продукта на рынке.  У2. Развитие и появление аналогов разрабатываемой системы.  У3. Обнаружение ошибок в работе системы, требующих серьезного вмешательства в ее функционирование.  У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции разрабатываемой системы.  У5. Устаревание технологий разработки.</p>	<p>У1У2С2С3С4 – Уменьшение преимуществ функциональности и удобства перед конкурентами.  У3С1 – Сложность устранения ошибок в быстро развивающихся технологиях.  У5С1С5 – Подорожание разработки из-за необходимости обновления технологий.</p>	<p>У1У2Сл3Сл5 - Неизвестность, непопулярность продукта на рынке и развитие аналогов способствует провалу разрабатываемого приложения.  У3У5Сл1Сл2 – Нехватка опыта для устранения ошибок и обновления технологий.  У4Сл1Сл2Сл4 – Несоответствие требованиям и запрет на публикацию приложения в сети.</p>

## 6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернативных путей проведения научных исследований использовался морфологический подход. Морфологическими характеристиками являются: вид приложения, язык программирования, метод хранения данных, интегрированная среда разработки, исполнитель (таблица 12).

Таблица 12 – Морфологическая матрица проекта

	1	2	3
А. Вид приложения	Веб-приложение	Настольное приложение	Мобильное приложение
Б. Язык программирования	C# + TypeScript	Java	JavaScript
В. Метод хранения данных системы	Хранение в кэше системы	Хранение данных в базе данных	Хранение данных в облачном хранилище
Г. Интегрированная среда разработки	JetBrains Rider 2020	Microsoft Visual Studio 2019	IntelliJ IDEA
Д. Исполнитель	Один студент	Два студента	Один программист

Из данной морфологической матрицы проекта было выделено три варианта решения технической задачи для дальнейших расчетов:

И1. А1Б1В2Г1Д2;

И2. А2Б2В2Г3Д1;

И3. А3Б3В3Г2Д2.

## 6.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ в рамках проводимого научно-исследовательского проекта представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
1	2	3	4
Выбор направления исследований	1	Поиск и изучение материалов по теме	Моисеев П. В. и Кудрявцева И. А.
	2	Анализ источников и представленной в них информации	Кудрявцева И. А.
	3	Выбор направления исследований	Моисеев П. В., Кудрявцева И. А. и Ковин Р. В.
	4	Календарное планирование работ по теме	Моисеев П. В.

### Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Разработка технического задания	5	Составление задания	Моисеев П. В. и Кудрявцева И. А.
	6	Утверждение задания	Ковин Р. В.
Проектирование приложения	7	Проектирование архитектуры	Моисеев П. В.
	8	Проектирование базы данных	Кудрявцева И. А.
	9	Варианты использования	Моисеев П. В.
	10	Выбор технологий разработки	Моисеев П. В.
	11	Эскизное проектирование интерфейса	Кудрявцева И. А.
Реализация приложения	12	Реализация БД	Кудрявцева И. А.
	13	Реализация API-сервиса	Моисеев П. В.
	14	Реализация клиента	Моисеев П. В.
	15	Авторизация	Кудрявцева И. А.
	16	Работа с файлами	Моисеев П. В.
	17	Методы визуализации	Кудрявцева И. А.
	18	Окончательная верстка клиента	Кудрявцева И. А.
Тестирование	19	Unit-тестирование	Моисеев П. В.
	20	Ручное тестирование	Кудрявцева И. А.
	21	Исправление ошибок	Моисеев П. В. и Кудрявцева И. А.

### 6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости работ каждого из участников проекта является важным этапом планирования научно-исследовательских работ, так как трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер и рассчитывается с помощью длительности работ в рабочих и календарных днях каждого этапа работ.

По формуле 1, рассчитывается ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения каждой работы в человеко-днях.

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

По формуле 2 рассчитывается продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , с учетом численности исполнителей на каждом этапе выполнения работ.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность  $i$ -ой работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

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

### 6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика проведения научного исследования необходимо перевести длительность каждого из этапов работ из рабочих в календарные дни с помощью формулы 3.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Для расчета длительности каждого из этапов работ в календарных днях необходимо рассчитать коэффициент календарности используя формулу 4.

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

где  $k_{кал}$  – коэффициент календарности;

$T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

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

Согласно производственному календарю для 6-дневной рабочей недели в 2020 году 366 календарных дней, из них 66 выходных или праздничных дней. Из этого следует, что коэффициент календарности для 2020 года равен 1,22.

Для построения календарного плана-графика необходимо рассчитать временные показатели проведения научного исследования. Все расчеты представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{mini}$ , чел-дни			$t_{maxi}$ , чел-дни			$t_{ожи}$ , чел-дни											
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3
Поиск и изучение материалов по теме	4	4	4	7	7	7	5,2	5,2	5,2	2	1	2	2,6	5,2	2,6	3	6	3
Анализ источников и представленной в них информации	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	1	1	1	3,8	3,8	3,8	5	5	5
Выбор направления исследований	4	4	4	7	7	7	5,2	5,2	5,2	3	2	3	1,7	2,6	1,7	2	3	2
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	1	1	1	1,8	1,8	1,8	2	2	2
Составление технического задания	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	2	1	2	4,9	9,8	4,9	6	12	6
Утверждение технического задания	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Проектирование архитектуры	1	2	2	2	3	3	1,4	2,4	2,4	1	1	1	1,4	2,4	1,4	2	3	2
Проектирование базы данных	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	1	1	1	2,4	2,4	2,4	3	3	3
Варианты использования	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Выбор технологий разработки	1	1	2	2	2	3	1,4	1,4	2,4	1	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Эскизное проектирование интерфейса	2	2	3	3	3	4	2,4	2,4	3,4	1	1	1	2,4	2,4	2,4	3	3	3
Реализация БД	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	1	1	1	2,4	2,4	2,4	3	3	3
Реализация API-сервиса	7	-	7	14	-	14	9,8	-	9,8	1	-	1	9,8	-	9,8	12	-	12
Реализация клиента	7	12	7	14	20	14	9,8	15,2	9,8	1	1	1	9,8	15,2	9,8	12	19	12
Авторизация	3	3	3	6	6	6	4,2	4,2	4,2	1	1	1	4,2	4,2	4,2	5	5	5
Работа с файлами	10	8	12	15	12	16	12,0	9,6	13,6	1	1	1	12,0	9,6	13,6	15	12	17
Методы визуализации	16	20	16	20	24	20	17,6	21,6	17,6	1	1	1	17,6	21,6	17,6	21	26	21
Окончательная верстка клиента	3	4	3	6	7	6	4,2	5,2	4,2	1	1	1	4,2	5,2	4,2	5	6	5
Unit-тестирование	1	2	3	3	4	5	1,8	2,8	3,8	1	1	1	1,8	2,8	3,8	2	3	5
Ручное тестирование	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Исправление ошибок	1	1	1	6	5	7	3,0	2,6	3,4	2	1	2	1,5	2,6	1,7	2	3	2
Оценка соответствия программного приложения заявленным требованиям	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	3	2	3	0,9	1,4	0,9	1	2	1
Оформление пояснительной записки	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	3	2	3	1,3	1,9	1,3	2	2	2

Для наглядного представления распределения работ участников проекта и затраченного времени была построена диаграмма Ганта –горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Построенная диаграмма Ганта представлена на рисунке 20.

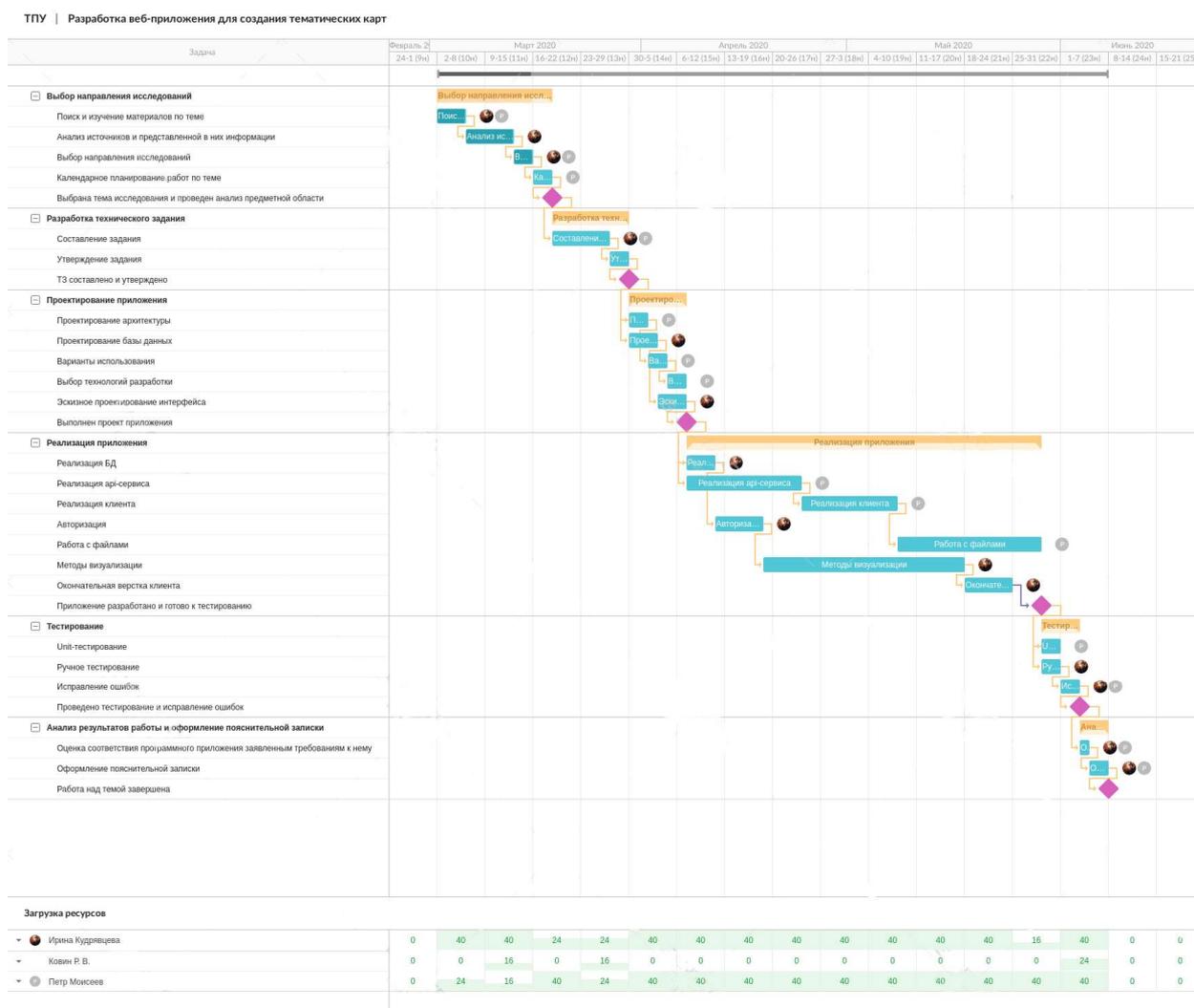


Рисунок 20 – Диаграмма Ганта

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

В состав бюджета выполнения работ по научно-технической работе входит стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения.

При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты НТИ;

- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- затраты на научные и производственные командировки (равны нулю для данного проекта);
- контрагентные расходы (равны нулю для данного проекта);
- накладные расходы.

#### 6.3.4.1 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (5)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup>и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup>и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

При расчете количества электроэнергии учитывалось, что ноутбук потребляет около 60 Вт в час. Расчет материальных затрат приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Оплата электроэнергии	КВт·ч	60,5	59,0	62,9	2,45			148,2	144,6	154,1
Итого								148,2	144,6	154,1

### 6.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В таблице 16 приведены значения затрат на специальное оборудование для трех альтернативных вариантов с учетом того, что новое оборудование не покупалось, затраты были вычислены в виде амортизационных отчислений (с учетом срока службы оборудования 5 лет, и использования его 0,5 года).

Сумма амортизации была вычислена по формуле 6.

$$A = \frac{C}{\text{СПИ} \cdot 12} \cdot \text{СИ}, \quad (6)$$

где  $A$  – итоговая сумма амортизации основных средств, рублей;

$C$  – первоначальная стоимость, рублей;

СПИ – срок полезного использования, лет;

СИ – срок использования для выполнения данной темы, месяцев.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1.	Ноутбук			2	1	2	22,5			45,0	22,5	45,0
2.	Компьютерная мышь			2	1	2	0,2			0,4	0,2	0,4
Итого:										45,4	22,7	45,4

### 6.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату работников:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7)$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Месячный оклад руководителя ТПУ с должностью доцента и степенью кандидата наук составляет 33664 рубля, для студента был взят оклад ассистента без научной степени – 21760 рублей.

Основная заработная плата работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 14);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года ( $M = 11,2$  месяца для руководителя,  $M = 10,4$  месяца для студента);

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 17).

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней -выходные дни -праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени -отпуск -невыходы по болезни	38	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	262	252

Расчет основной заработной платы для каждого из вариантов исполнений работы представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{окл}}$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.			$Z_{\text{осн}}$ , руб.		
					Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	33664,0	1,3	43763,2	1870,8	7	7	7	13095,6	13095,6	13095,6
Студент 1	21760,0	1,3	28288,0	1167,4	63	123	68	73546,2	135418,4	75881,0
Студент 2	21760,0	1,3	28288,0	1167,4	63	0	63	63039,6	0	68876,6
Итого:								160193,2	156690,8	166030,4

#### 6.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Для получения расчета дополнительной заработной платы используется следующая формула:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (10)$$

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

В данной работе коэффициент дополнительной заработной платы принят равным 0,12.

#### 6.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Базовый размер страховых взносов в 2020 году составляет 30 процентов. Данная ставка будет использоваться при расчете отчислений во внебюджетные фонды. В таблице 19 представлены результаты расчетов.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	13095,6	13095,6	13095,6	1571,5	1571,5	1571,5
Студент 1	73546,2	135418,4	75881,0	8825,9	17231,4	9526,3
Студент 2	63039,6	0	68876,6	8825,9	0	8825,9
Итого						
Исполнение 1	53824,9					
Исполнение 2	52648,1					
Исполнение 3	55786,2					

#### 6.3.4.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

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

В данной работе величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

### 6.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

После того, как была рассмотрена каждая из статей расходов, можно приступить к формированию бюджета затрат проекта. Результаты вычисления итогового бюджета по каждому из исполнений проекта представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НТИ	148,2	144,6	154,1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	45400,0	22700,0	45400,0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	160193,2	156690,8	166030,4
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19223,2	18802,9	19923,6
5. Отчисления во внебюджетные фонды	53824,9	52648,1	55786,2
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0
7. Контрагентские расходы	0	0	0
8. Накладные расходы	6372,3	5736,8	6566,7
9. Бюджет затрат НТИ	285161,8	256723,3	293861,0

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется следующей формулой:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Критерии, их весовые коэффициенты и оценки вариантов исполнения разработки, необходимые для расчета, представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Простота использования системы	0,2	5	4	4
2. Скорость разработки	0,2	5	2	4
3. Функциональные возможности	0,5	4	4	3
4. Скорость обработки данных	0,1	4	4	3
5. Потребность в ресурсах памяти	0,1	4	3	5
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,2 + 5 * 0,2 + 4 * 0,5 + 4 * 0,1 + 4 * 0,1 = 4,8$$

$$I_{p-исп2} = 4 * 0,2 + 2 * 0,2 + 4 * 0,5 + 4 * 0,1 + 3 * 0,1 = 3,9$$

$$I_{p-исп3} = 4 * 0,2 + 4 * 0,2 + 3 * 0,5 + 3 * 0,1 + 5 * 0,1 = 3,9$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки  $I_{исп.i}$  определяется по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (14)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта,

представленную в таблице 22, и выбрать лучший вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.}i}}{I_{\text{исп.}max}}, \quad (15)$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	0,87	1,00
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,80	3,90	3,90
3	Интегральный показатель эффективности	4,95	4,48	3,90
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,00	0,91	0,79

Согласно значениям интегрального показателя эффективности, наиболее эффективным является вариант исполнения 1.

Первый вариант разработки имеет наивысший интегральный показатель ресурсоэффективности и второй по величине интегральный финансовый показатель. Данный вариант не является самым недорогим, но обеспечивает максимальное удобство разработки и использования, производительности и скорость разработки.

## **7 Социальная ответственность**

### **7.1 Введение**

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для создания тематических карт с применением пользовательских данных.

Разрабатываемое веб-приложение может быть использовано физическими лицами или работниками юридических лиц для визуализации пространственных данных. Веб-приложение может быть использовано в любом месте, позволяющем пользоваться устройством с установленным браузером, поддерживающим указанное приложение.

Местом выполнения работ по разработке является читальный зал курсового и дипломного проектирования НТБ ТПУ.

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

#### **7.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Нормативное регулирование трудовой деятельности по разработке веб-приложения для создания тематических карт осуществляется посредством таких документов, как:

- Трудовой кодекс Российской Федерации [20] (далее – Трудовой кодекс или ТК);
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] (далее – СанПиН);
- Типовая инструкция ТОИ Р-45-084-01 [22] (далее Типовая инструкция);

Трудовой кодекс говорит о следующих перерывах в работе в течение рабочего дня:

- перерыв для отдыха и питания;
- специальные перерывы для обогрева и отдыха;
- специальные перерывы, обусловленные технологией и организацией производства и труда. Виды этих работ и порядок предоставления перерывов устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка.

То есть ТК отдельно не регулирует вопрос специализированных перерывов в работе при выполнении обязанностей с использованием компьютера.

Согласно СанПиН рекомендуется устраивать перерывы по 10–15 минут каждые 45-60 минут работы за компьютером. В любом случае продолжительность непрерывной работы за компьютером не должна превышать двух часов, согласно Типовой инструкции.

### **7.2.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

СанПиН также регламентирует требования к помещениям, в которых осуществляется разработка веб-приложения для создания тематических карт. Площадь рабочей зоны должна определяться из расчета 4,5 м<sup>2</sup> на каждое оборудованное рабочее место для ЖК-мониторов. Окна в помещении должны выходить на север или северо-восток. Рабочие столы должны размещаться так, чтобы, если мониторы располагаются друг за другом, между ними было как минимум 2 метра. Если техника стоит в ряд, то 1,2 метра. Рабочее место нужно планировать так, чтобы расстояние между лицом сотрудника и экраном составляло 60-70 см. Искусственное освещение должно быть равномерным, желательно комбинированным.

Кроме того, данный нормативный акт предусматривает ежедневное осуществление влажной уборки, проветривание помещений каждый час, обязательное оборудование офисов системами вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха.

### **7.3 Производственная безопасность**

ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [23] устанавливает вредные и опасные факторы, которые могут воздействовать на сотрудника. Те из них, которые могут возникнуть при выполнении работ по разработке веб-приложения для создания тематических карт, представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Тестирование	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	Освещение, психофизиологические факторы регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] и ТОИ Р-45-084-01 [22]. Шум – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21], СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [24] и СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [25]. Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548-96 [26] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21]. Короткое замыкание – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21], Федеральными законами N 123-ФЗ [27] и N 384-ФЗ [28], сводами правил СП 76.13330.2016 [29] и СП 256.1325800.2016 [30].
Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте	+	+	
Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	
Нервно-психические перегрузки	+	+	
Электрический ток	+	+	

### 7.3.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны при разработке веб-приложения для создания тематических карт может возникнуть из-за неправильного расположения рабочей зоны относительно естественных и искусственных источников света. При плохом освещении человек быстро устает, работает менее продуктивно, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (например, близорукость).

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, установленные СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Требования к освещению на рабочих местах

Показатель	Норма
Освещенность поверхности рабочего стола	300-500 лк
Освещенность экрана	Не более 300 лк
Яркость светящихся поверхностей	Не более 200 кд/м <sup>2</sup>
Яркость бликов на экране	Не более 40 кд/м <sup>2</sup>
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 40
Соотношение яркости между рабочими поверхностями	Не более 3:1 - 5:1
Соотношение яркости между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования	Не более 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

Для устранения недостаточной освещенности необходимо использовать лампы дневного освещения, равномерно распределенные по всему рабочему помещению.

### 7.3.2 Отклонение параметров микроклимата

Отклонение показателей микроклимата может привести к возникновению общих или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности человека.

На рабочих местах пользователей персональных компьютеров должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96 [24] для категории тяжести работ 1а (таблица 25).

Таблица 25 – Требования к микроклимату на рабочих местах

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

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха.

### 7.3.3 Повышенный уровень шума

Основными источниками шума при разработке веб-приложения для создания тематических карт являются шум систем охлаждения ПК, уличный шум, бытовые шумы.

Высокий уровень шума неблагоприятно воздействует на нервную систему и органы слуха человека, что может привести к падению производительности труда и даже к развитию заболеваний нервной системы и снижению слуха.

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [24] в производственных помещениях при выполнении основной работы на ПК уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации 3 категории типа «в» для рабочих мест в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [25] (таблица 26).

Таблица 26 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения, дБ	
	виброускорения	виброскорости
2,0	86	91
4,0	83	82
8,0	83	76
16,0	89	75
31,5	95	75
63,0	101	75
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	83	75

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов для отделки стен и потолка помещений. Для уменьшения шума от систем охлаждения, рекомендуется выполнять регулярную проверку, чистку и устранение неисправностей ПК.

### 7.3.4 Нервно-психические перегрузки

Нервно-эмоциональное напряжение при разработке веб-приложения для создания тематических карт возникает вследствие неправильного распределения нагрузки, дефицита времени, большого объема и плотности информации. Оно может привести к нарушению сна, снижению работоспособности, повышенной возбудимости нервной системы, хронической головной боли, депрессии.

С целью снижения или устранения нервно-психологического напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентируемых перерывов, и после окончания рабочего дня. Количество и длительность перерывов регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21] и ТОИ Р-45-084-01 [22] (пункт 7.2.1).

### **7.3.5 Электрический ток**

Электрический ток является опасным фактором, так как существует вероятность короткого замыкания. Основными причинами возникновения коротких замыканий являются нарушение изоляции электрооборудования и высокий уровень напряжения в электросети.

Короткое замыкание может повлечь за собой возникновение пожара или поражение человека током, которое может привести к ожогам и их последствиям.

Чтобы избежать короткого замыкания, помещения с компьютерами, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с п. 3.7 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21]. Защитить от скачков напряжения может сетевой фильтр или стабилизатор напряжения.

### **7.4 Экологическая безопасность**

При разработке веб-приложения для создания тематических карт источниками загрязнения литосферы могут стать неправильно утилизированные печатные бумажные материалы, расходные части печатающих устройств, вышедшие из строя комплектующие ПК, периферийные устройства и их комплектующие.

Для обеспечения экологической безопасности необходимо соблюдать правила утилизации перечисленных выше отходов, а именно сдавать отходы в специальные организации для их дальнейшей переработки или утилизации.

### **7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Возможными чрезвычайными ситуациями в Томской области в весенне-летний период являются пожары, эпидемии, техногенные ЧС, связанные с авариями коммунальных систем, террористические акты.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при разработке веб-приложения для создания тематических карт можно считать пожар. Распространенными причинами возникновения пожара в рабочих помещениях с ПК являются:

- короткие замыкания,

- использование неисправного электрооборудования,
- курение в неположенных местах,
- неправильное обращение с оборудованием и др.

Пожар может нанести вред жизни и здоровью, материальный ущерб. Применимо к выполняемой работе во время пожара могут быть уничтожены бумажные и\или электронные носители информации, необходимые для разработки. Для их защиты рекомендуется хранить файлы с документами в облачных хранилищах данных и использовать системы контроля версий для работы с исходным кодом программ.

Находясь на рабочем месте, для предупреждения возникновения пожара необходимо строго соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- Запрещается курить и пользоваться открытым огнем в помещении;
- Запрещается пользование без присмотра электронагревательными приборами вне специально оборудованных мест без противопожарных подставок;
- Запрещается производить переоборудование электросетей и устройство всякого рода временной электропроводки;
- Запрещается оставлять без присмотра включенные в электросеть электроприборы;
- Запрещается нарушать состояние электропроводки.

Кроме того, рабочие помещения должны иметь планы эвакуации, знаки пожарной безопасности во всем здании, огнетушители и первичные средства пожаротушения, пожарную сигнализацию, систему оповещения, необходимое количество эвакуационных выходов.

Рабочее помещение, использованное при разработке системы, оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности: в здании имеются порошковый огнетушитель, пожарная сигнализация, система оповещения, эвакуационные выходы, планы эвакуации.

## **7.6 Заключение по разделу**

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться сотрудник, разрабатывающий веб-приложение для создания тематических карт.

Рабочее место, находящееся в читальном зале курсового и дипломного проектирования НТБ ТПУ и использованное при разработке системы, удовлетворяет требованиям безопасности. Микроклиматические условия соблюдаются за счет регулярного проветривания помещения. Защита от короткого замыкания обеспечивается путем защитного заземления, использования сетевого фильтра и соблюдения правил безопасности на рабочем месте. Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок. Помещение оборудовано в соответствии с требованиями электробезопасности и пожарной безопасности.

## Заключение

В данной работе была обоснована актуальность разработки веб-приложения для создания тематических карт, представлены результаты ее проектирования и реализации. Были спроектированы и реализованы серверная и клиентская части приложения, настроено их взаимодействие. Разработанное веб-приложение дает возможность регистрации и авторизации пользователя, создания, редактирования и сохранения карт, создания тематических слоев из файлов с пространственными данными.

В процессе разработки все поставленные задачи были выполнены:

- проведен обзор веб-технологий для тематического картографирования;
- проведен обзор возможностей картографических веб-сервисов;
- проведен анализ состояния, тенденций развития и возможностей веб-технологий с точки зрения их применимости при создании тематических карт;
- составлено ТЗ;
- выполнено проектирование веб-приложения;
- выполнена реализация веб-приложения;
- разработанное веб приложение было протестировано с использованием юнит-тестов и ручного тестирования.

Был получен опыт командного проектирования и разработки приложения. Индивидуальные задачи выполнялись параллельно задачам, выполняемым другими членами команды. В ходе разработки использовалась система контроля версий Git.

## Список источников

1. Ковин Р. В. Геоинформационные системы: учебное пособие / Р. В. Ковин, Н. Г. Марков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
2. Дубинин М.Ю., Костикова А.М. Веб-ГИС // Компьютерра. – 2008. – № 33. – С.22–28.
3. Using Git – GitHub Help [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://help.github.com/en/github/using-git/> (дата обращения: 10.03.2020).
4. Kilibarda Milan. Introduction to geovisualization and web cartography / Milan Kilibarda, Dragutin Protić. – University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvvk-en/> (дата обращения: 10.03.2020).
5. Documentation – Leaflet – a JavaScript library for interactive maps [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://leafletjs.com/reference-1.6.0.html> (дата обращения: 15.03.2020).
6. OpenLayers v6.3.1 API – Index [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://openlayers.org/en/latest/apidoc/> (дата обращения: 15.03.2020).
7. Google Maps Platform | Google Developers [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation> (дата обращения: 15.03.2020).
8. Welcome to The Open Geospatial Consortium [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.opengeospatial.org/> (дата обращения: 19.03.2020).
9. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pkk5.rosreestr.ru> (дата обращения: 20.03.2020).
10. Конструктор карт - Конструктор карт Яндекса. Помощь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/support/maps-builder/concept/> (дата обращения: 20.03.2020).
11. Импорт компонентов карт из файла - Компьютер - Справка - Мои карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://support.google.com/mymaps/answer/3024836?hl=ru&ref\\_topic=3024924](https://support.google.com/mymaps/answer/3024836?hl=ru&ref_topic=3024924) – (дата обращения: 20.03.2020).

12. Создание карт в ArcGIS Online | Быстрое создание захватывающих карт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/make-maps> (дата обращения: 20.03.2020).
13. API Яндекс.Карт – Технологии Яндекса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/> (дата обращения: 23.03.2020).
14. Khitrin M.O. Comparison of javascript libraries for web-cartography //Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. – Vol. 17. – No 3. 2017. P. 147–152.
15. Backend разработка – Введение в веб-разработку [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.hexlet.io/courses/intro\\_to\\_web\\_development/lessons/backend/](https://ru.hexlet.io/courses/intro_to_web_development/lessons/backend/)
16. Албахари Джозеф С# 7.0. Справочник. Полное описание языка. ; Пер. с англ. / Джозеф Албахари, Бен Албахари. – СПб. : ООО «Диалектика», 2019. – 1024 с. : ил.
17. ASP.NET Core | Введение в юнит-тесты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/22.1.php> (дата обращения: 12.04.2020)
18. 5 самых популярных фреймворков для JavaScript | GeekBrains [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://geekbrains.ru/posts/5\\_js\\_frameworks](https://geekbrains.ru/posts/5_js_frameworks) (дата обращения: 10.03.2020).
19. Введение в Angular [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metanit.com/web/angular2/1.1.php> (дата обращения: 12.04.2020).
20. Трудовой кодекс Российской Федерации по состоянию на 2020 год. – М.: Издательство АСТ, 2020. – 272 с.
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 54 с.
22. Типовая инструкция по охране труда на персональном компьютере. ТОИ Р-45-084-01 (утв. приказом Минсвязи России от 02.07.2001 №162). [Электронный

ресурс] – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi> (Дата обращения: 10.05.2020).

23. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Текст] – Взамен ГОСТ 12.0.003-74; введ. 2017-03-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
24. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/3982778> (дата обращения: 16.05.2020).
25. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5183016> (дата обращения: 16.05.2020).
26. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Рид Групп, 2017. – 583 с.
27. Федеральный закон от 22.07.2008г. №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» С.-Пб., 2008.
28. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2010. № 1. Ст. 5.
29. Свод правил СП 76.13330.2016 "Электротехнические устройства" Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85 (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 16 декабря 2016 г. N 955/пр) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456050591> (дата обращения: 16.05.2020).
30. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа. Свод правил. СП 256.1325800.2016. – М.: МИЭЭ, 2017. – 148 с.