

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
Разработка веб-приложения для создания тематических карт

УДК 004.774:004.455.1:528.94

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6Б	Кудрявцева Ирина Александровна		

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)
Профессиональные и общепрофессиональные компетенции	
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.
Универсальные (общекультурные) компетенции	
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	Кудрявцевой Ирине Александровне

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:

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

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	27.01.2020 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6Б	Кудрявцева Ирина Александровна		

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:

Группа	ФИО
8И6Б	Кудрявцевой Ирине Александровне

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6Б	Кудрявцева И. А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИББ	Кудрявцевой Ирине Александровне

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

Тема ВКР:

Разработка веб-приложения для создания тематических карт	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
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:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Перечень нормативов: <ul style="list-style-type: none"> • 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
2. Производственная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> • недостаточная освещенность рабочей зоны, • отклонение параметров микроклимата, • повышенный уровень шума, • нервно-психические перегрузки. Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> • электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	В работе проведен анализ негативного воздействия на литосферу при неправильной утилизации бумажных отходов и неисправных комплектующих ПК.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	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	Кудрявцева И. А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 98 страниц, 26 рисунков, 28 таблиц, 30 источников, 2 приложения.

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 для тематического картографирования.

В работе представлены результаты проектирования и программной реализации веб-приложения для создания тематических карт с использованием пользовательских данных.

Практическая ценность разрабатываемого приложения состоит в упрощении процесса создания тематических карт с применением пользовательских 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.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

БД – база данных;

ГИС – геоинформационные системы;

КВС – картографические веб-сервисы;

ОС – операционная система;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

СУБД – система управления базами данных;

ТЗ – техническое задание;

ТК – тематические карты;

API – application programming interface – программный интерфейс приложения;

HTTP(S) – hypertext transfer protocol (secure) – протокол прикладного уровня передачи данных;

IoC – inversion of control (инверсия управления) – принцип объектно-ориентированного программирования, используемый для уменьшения зависимостей;

JSON – JavaScript object notation – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript;

JWT – JSON web token – открытый стандарт для создания токенов доступа, основанный на формате JSON;

ORM – object-relational mapping – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования;

URI – uniform resource identifier – символьная строка, позволяющая идентифицировать какой-либо ресурс.

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 веб-приложений	25
1.4 Сравнение библиотек для веб-картографии.....	27
1.5 Выводы по разделу.....	31
2 Проектирование приложения.....	32
2.1 Модель данных	32
2.2 Эскизное проектирование интерфейса	33
2.3 Выбор технологий разработки.....	39
2.3.1 Выбор СУБД и ORM.....	39
2.3.2 Выбор способа и технологий аутентификации.....	40
2.3.3 Выбор библиотеки для отображения карты.....	43
3 Реализация приложения.....	44
3.1 Реализация БД.....	44
3.2 Аутентификация	44
3.2.1 Модель данных.....	44
3.2.2 Создание новых учетных записей пользователей	45
3.2.3 Аутентификация JWT	45
3.3 Методы визуализации.....	47
4 Тестирование	50
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	51
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	51
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	51
5.1.3 Технология QuaD	52
5.1.4 SWOT-анализ.....	53
5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	57
5.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	57
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	57
5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	58
5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	59
5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	61
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	66
6 Социальная ответственность.....	69
6.1 Введение.....	69
6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
6.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	69
6.2.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	70
6.3 Производственная безопасность.....	70
6.3.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	71
6.3.2 Отклонение параметров микроклимата.....	72
6.3.3 Повышенный уровень шума	72
6.3.4 Нервно-психические перегрузки	73
6.3.5 Электрический ток	74
6.4 Экологическая безопасность.....	74
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74

6.6 Заключение по разделу	76
Заключение.....	77
Список источников.....	78
Приложение А Техническое задание	81
Приложение Б Методика выполнения тестов	86

Введение

Тематические карты (ТК) относятся к картам, которые предназначены для выделения узкого (тематического) круга явлений, распределенных по поверхности [1], такие как плотность населения, доход семьи, максимальная суточная температура и т. д. Они являются полезными инструментами при принятии решений, поскольку могут дать быстрые визуальные сводки о пространственных данных [2].

Использование онлайн-картографирования и пространственного поиска стало повсеместным, и сотни миллионов пользователей настольных компьютеров и смартфонов регулярно пользуются различными картографическими веб-сервисами (КВС).

Что касается тематического картографирования, существующие КВС имеют ограниченные возможности создания ТК или не имеют их вовсе. Возможность создания ТК на основе пользовательских данных уже существует и развита в настольном программном обеспечении для картографирования, например, в географических информационных системах (ГИС). Однако настольные ГИС предъявляют определенные, часто высокие, требования к аппаратному и программному обеспечению пользователей, а создание тематических карт требует квалификации.

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

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обзор возможностей веб-сервисов тематического картографирования;
- анализ состояния, тенденций развития и возможностей веб-технологий с точки зрения их применимости при создании тематических карт;
- выбор наиболее оптимальных технологий для поставленной цели;
- проектирование картографического веб-приложения;
- реализация картографического веб-приложения с помощью выбранных технологий.

Объектом исследования является тематическое картографирование.

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

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

Практическая ценность разрабатываемого приложения состоит в упрощении процесса создания тематических карт с применением пользовательских 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.

Разработка приложения велась командой, задачи на проектирование и реализацию, выявленные в ходе разработки ТЗ (приложение А), были разделены между участниками команды. В данной работе решались следующие задачи: проектирование базы данных, эскизное проектирование интерфейса, выбор технологий разработки, реализация базы данных, аутентификации, функционала для отображения объектов различными методами визуализации, проведение ручного тестирования.

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

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. 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 визуальнo оценить величину объема одной категории объектов относительно других категорий.

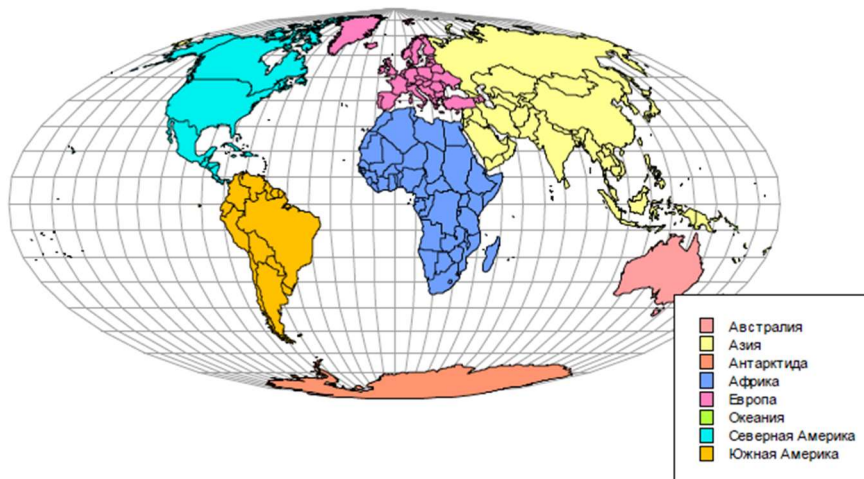


Рисунок 2 - Тематическая карта, построенная методом уникальных значений

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].

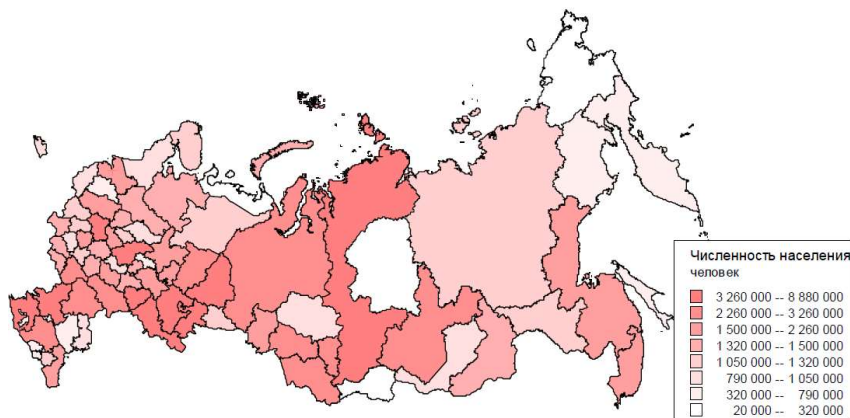


Рисунок 3 – Тематическая карта, построенная методом диапазонов

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.



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 [1].

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



Рисунок 5 – Тематическая карта, построенная методом плотности точек

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.

Круговые диаграммы (рисунок 6) используются для представления долей каждой величины в общем объёме. 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 [1].



Рисунок 6 – Тематическая карта, построенная методом круговых диаграмм

Столбчатые диаграммы (рисунок 7) используются для наглядного сравнения полученных статистических данных или для анализа их изменения за определённый промежуток времени. Построение столбчатой диаграммы заключается в изображении статистических данных в виде вертикальных прямоугольников (столбиков). Все сравниваемые показатели должны быть выражены одной единицей измерения, чтобы можно было сравнивать статистические показатели процесса или явления. Каждый столбик изображает величину уровня данного статистического ряда [1].



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 рисунок 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 Nginx¹. Также достаточно популярны Cloudflare Server, Microsoft-IIS, LiteSpeed [4].

¹ По данным проекта W3Techs (https://w3techs.com/technologies/overview/web_server)

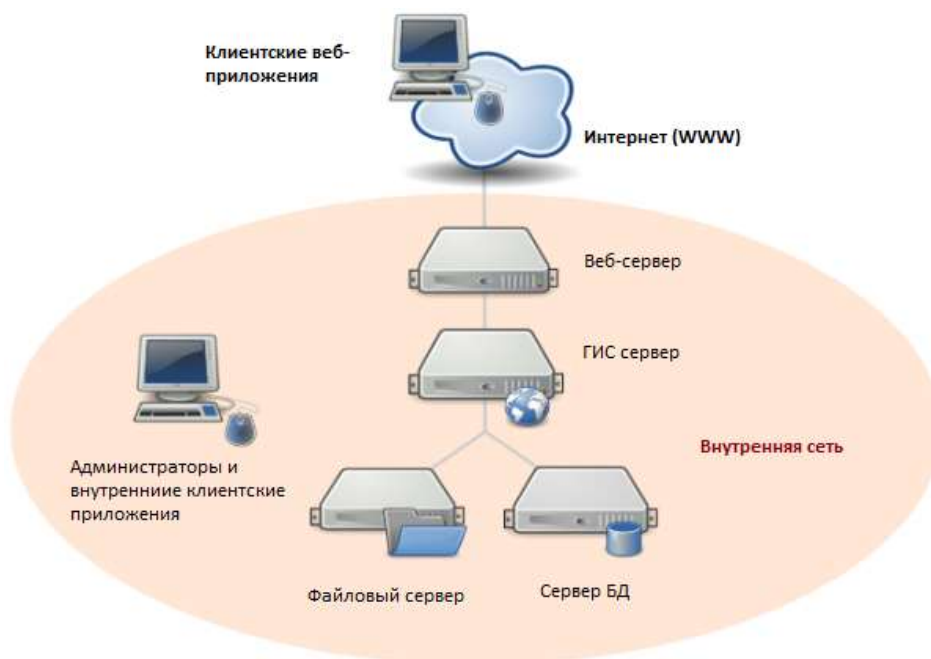


Рисунок 8 – Архитектура системы веб-картографии

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 резервными хранения и регулярными сценариями резервного копирования, которые предотвращают потерю данных.

Большинство распространённых коммерческих СУБД поддерживают работу с пространственными данными, в частности, в Oracle Database с конца 1990-х годов реализован компонент Oracle Spatial (в настоящий момент Oracle Spatial and Graph), в MS SQL Server реализованы пространственные типы данных с версии 2008 года, в SAP Hana существует расширение Spatial. MySQL поддерживает тип данных

geometry и некоторые пространственные функции сверх спецификации OGC (функции, которые анализируют пространственные отношения объектов ограничены работой с описанным вокруг объекта прямоугольником, нежели с реальной геометрической информацией) [4].

Существует ряд специальных расширений для СУБД, изначально не поддерживающих пространственные типы данных, таковы, например, Spatial Query Server от корпорации Boeing, превращающий Adaptive Server Enterprise в систему управления пространственными базами данных, и расширение PostGIS, которое снабжает возможностями работы с пространственными базами СУБД PostgreSQL. Среди NoSQL-систем поддержка работы с пространственными данными реализована в MongoDB и RethinkDB, существуют георасширения для Cassandra [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) — международная некоммерческая организация, ведущая деятельность по разработке стандартов в сфере геопространственных данных и сервисов, созданная в 1994 году. В настоящее время координирует деятельность более 500 правительственных, коммерческих, некоммерческих и научно-исследовательских организаций с целью разработки и внедрения консенсусных решений в области открытых стандартов для геопространственных данных, обработки данных геоинформационных систем и совместного использования данных [8].

Большинство стандартов OGC основано на принципах, изложенных в базовой модели данных для представления географических характеристик под названием Abstract Specification. На основе базовой модели участники консорциума разработали и продолжают разрабатывать большое число спецификаций или стандартов для обслуживания конкретных потребностей организаций-участников в области геопространственных технологий и сервисов, включая ГИС.

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

Web Map Service (WMS) предоставляет простой HTTP-интерфейс для запроса географически привязанных изображений из одной или нескольких распределенных геопространственных баз данных. Запрос WMS определяет географический слой(и) и область интереса, подлежащую обработке. Ответом на запрос являются одно или несколько географически привязанных изображений (в формате JPEG, PNG и т. д.),

которые могут отображаться в веб-браузере. Интерфейс также поддерживает возможность указать, должны ли возвращаемые изображения быть прозрачными, чтобы слои с нескольких серверов могли быть объединены.

Web Feature Service (WFS) представляет собой изменение способа создания, изменения и обмена географической информацией в Интернете. Вместо обмена географической информацией на уровне файлов с помощью протокола передачи файлов FTP, например, WFS предоставляет прямой детализированный доступ к географической информации на уровне объектов и свойств объектов. 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. Стандарт также определяет, как клиент может запросить выполнение процесса и как обрабатываются выходные данные этого процесса. 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 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.

Яндекс.Карты – самый посещаемый картографический интернет-проект в России². В нем есть возможность создать свою тематическую карту (рисунок 9), используя пользовательский набор данных. Здесь существует возможность импортировать объекты из файла одного из нескольких форматов: KML, GPX, GeoJSON, CSV, XLSX [9]. Причем CSV и XLSX 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.

² По статистике сайта Яндекс.Радар (https://radar.yandex.ru/top_list?thematic=reference%2Cmaps_charts)

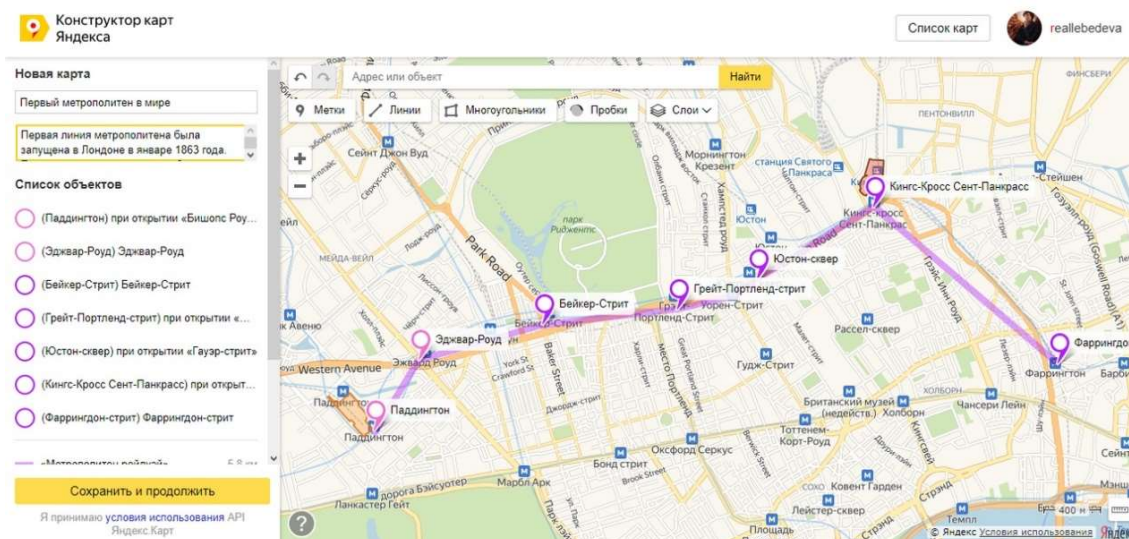


Рисунок 9 – Конструктор карт Яндекс

В популярном сервисе Google.Maps тоже существует подобный функционал (рисунок 10). 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 [10]. Отсюда еще одно преимущество – большее количество поддерживаемых форматов без особых ограничений. Стили объектов определяются подобно Яндекс.Картам.

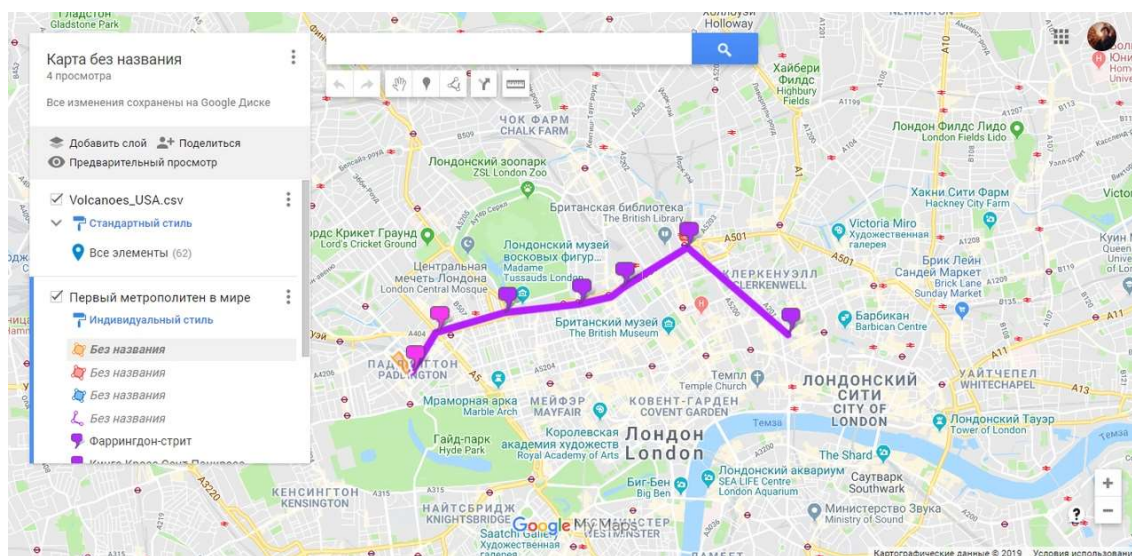


Рисунок 10 – «Мои карты» в Google.Maps

Наконец, пожалуй, самым продвинутым инструментом из рассмотренных является ArcGIS Online (рисунок 11). На карту можно добавить слои из файлов с форматами: Шейп-файл (ZIP-архив, содержащий все файлы шейп-файла), CSV, TXT, GPX, GeoJSON [11]. 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.

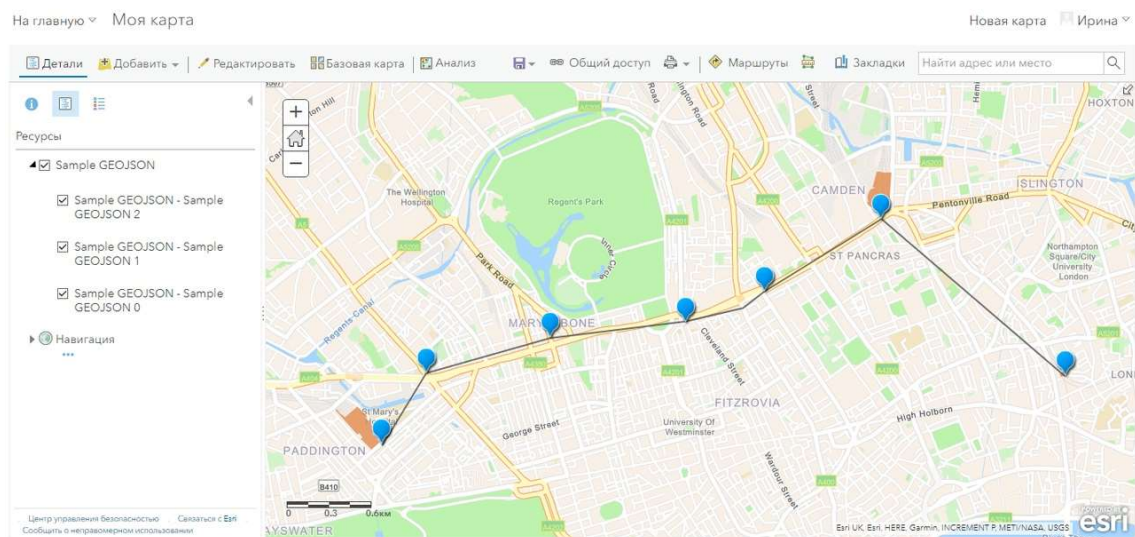


Рисунок 11 – ArcGIS Online

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

Сегодня, благодаря развитию Интернета, приобрели большую популярность библиотеки для представления картографической информации, позволяющие использовать веб-браузер для отображения карты с метками, маршрутами и другими

пространственными данными. Наиболее известными из них являются API Яндекс.Карт [12], Google Maps API, OpenLayers и Leaflet.

При таком большом количестве продуктов со схожими функциями важно понимать их сходство и различие, а также решать, какие задачи они могут выполнять. Обычно проверяют только охват территории и полноту картографического материала, а не функциональность, предоставляемую библиотекой, что в конечном итоге не позволяет однозначно определить выбор [13].

OpenLayers - библиотека JavaScript для визуализации пространственных данных. Она позволяет не только отображать результаты запроса пользователя в виде карты, но и напрямую формировать такой запрос. Она имеет широкий диапазон форматов входных данных и поддерживает все существующие протоколы пространственных данных. С последней версией библиотека была переписана с использованием современных технологий, что в конечном итоге увеличило скорость работы, расширило набор функций программного обеспечения и усилило поддержку мобильных устройств.

Leaflet, как и OpenLayers, является библиотекой JavaScript и имеет много общего с ней, но также имеет свою специфику. Особенно часто отмечается ее модульная структура - каждый инструмент карты выступает в качестве отдельного модуля, который позволяет отказаться от использования определенных компонентов (оставляя только необходимые), тем самым уменьшая размер библиотеки и увеличивая скорость загрузки страницы, что в некоторых случаях может быть решающим для выбора. Для некоторых настольных ГИС существуют сторонние плагины, которые позволяют сохранять данные в виде HTML-документа и отображать их на карте с помощью Leaflet [13].

Google Maps API - это картографическая библиотека, разработанная Google. В отличие от двух предыдущих, она распространяется в более жестких условиях. Она имеет свою аудиторию, главным образом потому, что она менее требовательна к знаниям разработчика в области географических информационных систем (или пространственной информации). Это позволяет пользователям отображать полностью функциональную карту, выполнив несколько простых шагов. В конечном

счете, она не позволяет отображать сложную структурированную информацию и информацию из внешних источников [13].

API Яндекс.Карт является своего рода аналогом продукта Google. Во многом она повторяет свою функциональность и идею, но в России имеет больший контент. Поэтому эта библиотека чаще используется в России [12].

Для конечного пользователя системы наиболее важным компонентом является непосредственно интерфейс карты и возможность выполнять основные функции отображения данных.

Чтобы определить наиболее подходящие средства визуализации пространственных данных на стороне клиента, все представленные выше библиотеки были проанализированы (таблица 1) в соответствии со следующими критериями:

- 1) размер библиотеки;
- 2) функциональность;
- 3) доступность основных карт;
- 4) поддержка внешних слоев;
- 5) участие в крупных проектах;
- 6) расширяемость;
- 7) документация;
- 8) поддержка;
- 9) условия распространения.

Таблица 1 – Сравнение библиотек

Критерий	OpenLayers	Leaflet	Google Maps	Yandex.Maps
1	2	3	4	5
Размер библиотеки	170 Кбайт	123 Кбайт	22 Кбайт	45 Кбайт
Функциональность				
Кластеризация	+	+	+	+
Тепловые карты	+	+	+	+
Геокодирование	-	-	+	+
Доступность основных карт	MapQuest, OpenStreetMap, Bing Maps и др.	OpenStreetMaps, Bing Maps, EsriMaps и др.	Google Maps	Яндекс.Карты

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
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. Стоимость 1000 запросов к статическим картам – 2 доллара, к динамическим картам – 7, к сервису маршрутизации – от 5 до 10 долларов.	API должен использоваться только в проектах с открытым доступом. Данные, полученные средствами API, должны быть показаны на карте Яндексa. 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 из таблицы 1, есть две группы, элементы которых похожи по ряду критериев.

Первая группа включает OpenLayers и Leaflet, вторая - Google Maps и Яндекс.Карты. Очевидно, что из-за их ограничений последние две не могут быть использованы в ряде закрытых проектов. В дополнение к закрытому исходному коду не всегда возможно адаптировать систему к ее собственным потребностям, что также усугубляется отсутствием поддержки сервисов WMS и WFS.

Без такой поддержки сложно построить многофункциональную систему мониторинга или геопортал. Однако эти библиотеки подходят для представления небольших наборов данных, например, расположения магазинов в сети.

Эти продукты выступают в качестве готовых решений, которые позволяют размещать карту на веб-сайте без привлечения дополнительных ресурсов.

Использование библиотек первой группы, с другой стороны, позволяет решать более сложные задачи. Можно отметить не только более широкий функционал, но и более высокие требования к разработчику. Таким образом, при создании большого

веб-картографического сервиса стоит использовать одну из библиотек первой группы.

Между библиотеками из первой группы нет принципиальных отличий. Однако OpenLayers имеет гораздо более высокую скорость роста и более широкое сообщество, поэтому можно рассчитывать на более длительную поддержку. Преимущества Leaflet включают модульную структуру и расширение с помощью плагинов, которые позволяют разработчикам выбирать только необходимую функциональность и оптимизировать загрузку страницы сайта.

1.5 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 Проектирование приложения

Поставленные задачи были распределены между членами команды так, чтобы была возможность выполнения параллельного выполнения задач (рисунок 12).

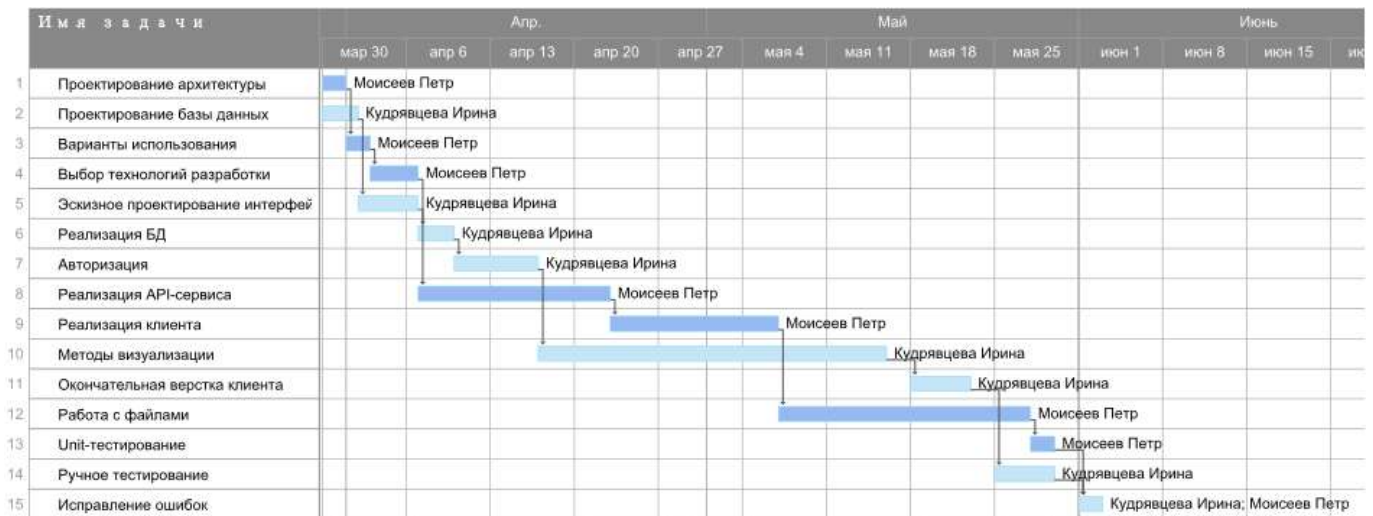


Рисунок 12 – График выполняемых задач

2.1 Модель данных

На рисунке 13 продемонстрирована концептуальная модель данных, используемая в системе.

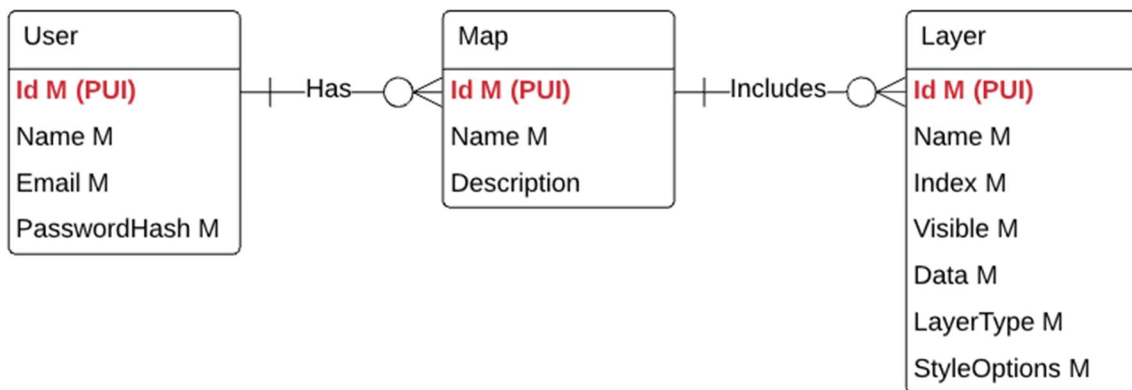


Рисунок 13 – Концептуальная схема БД системы

Сущность User (пользователь) имеет атрибуты:

- Id – идентификатор пользователя,
- Name – имя пользователя,
- Email – адрес электронной почты пользователя,
- PasswordHash – хеш пароля пользователя.

Сущность Map (карта) имеет атрибуты:

- Id – идентификатор карты,
- Name – название карты,
- Description – описание карты.

Сущность Layer (слой) имеет атрибуты:

- Id – идентификатор слоя,
- Name – название слоя,
- Index – порядковый номер слоя,
- Visible – видимость слоя,
- Data – геоданные в формате geojson,
- LayerType – тип слоя (точечный, линейный, площадной),
- StyleOptions – параметры отображения слоя, метод тематической визуализации, тематические компоненты и стиль отображения в соответствии с таблицей А.1) в формате json.

У каждого пользователя может быть несколько карт, а у каждой карты несколько слоев.

2.2 Эскизное проектирование интерфейса

Для разработки эскизов интерфейса веб-приложения для создания тематических карт использовался сервис для создания прототипов приложений Proto.io [14].

При переходе на главную страницу приложения (рисунок 14) в верхней части будет отображаться панель с названием приложения, кнопками регистрации и авторизации. Ниже будет отображаться рабочая область с доступными базовыми слоями для будущей карты и слева от нее панель параметров карты, содержащая кнопку создания карты, если ее нет.

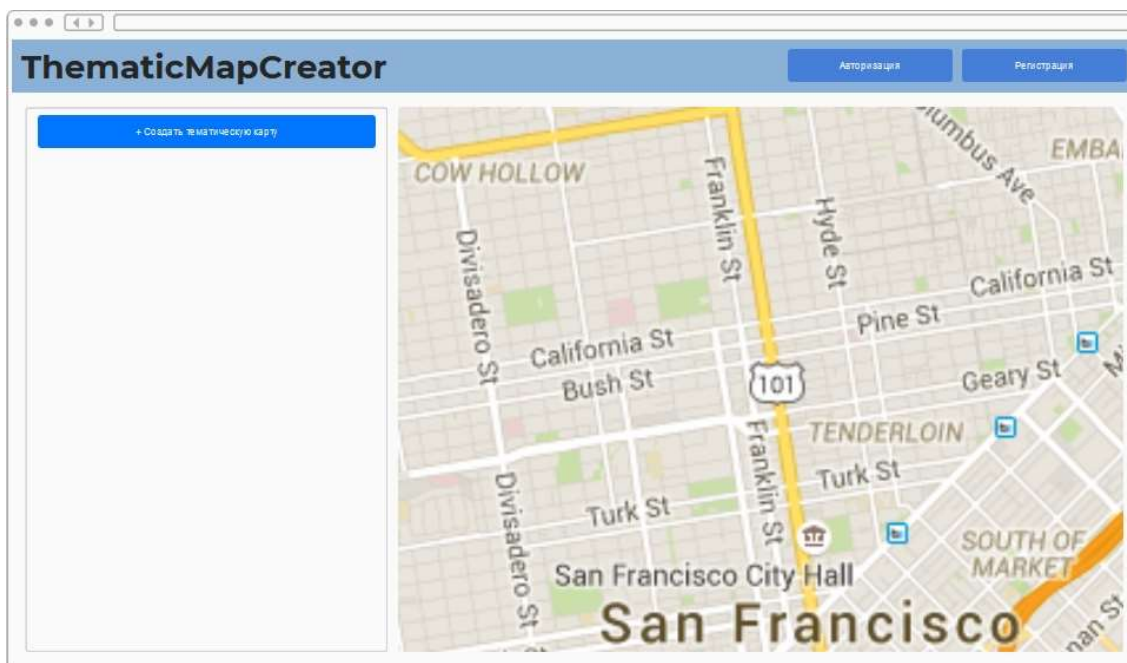


Рисунок 14 – Главная страница приложения

После нажатия кнопки регистрации откроется модальное окно с формой регистрации (рисунок 15), содержащей такие поля для заполнения, как «Имя пользователя», «Электронная почта», «Пароль» и «Подтверждение пароля». Чтобы закрыть модальное окно, необходимо кликнуть за его пределами. При нажатии на кнопку «Зарегистрироваться» произойдет проверка корректности введенных данных и начнется процесс регистрации. После его завершения появится сообщение об успешной регистрации или сообщение об ошибке. При нажатии кнопки «Авторизация» данное окно закроется и откроется модальное окно с формой авторизации (рисунок 16).

Форма авторизации содержит два поля для заполнения: «Электронная почта» и «Пароль». При нажатии на кнопку «Войти» произойдет проверка корректности введенных данных и начнется процесс авторизации. После его завершения на главной странице вместо кнопок авторизации и регистрации появятся имя пользователя и кнопки «Мои карты» и «Выйти» как на рисунке 17 или появится сообщение об ошибке. При нажатии кнопки «Регистрация» данное окно закроется и откроется модальное окно с формой регистрации (рисунок 15).

Регистрация

Рисунок 15 – Форма регистрации

Авторизация

Рисунок 16 – Форма авторизации

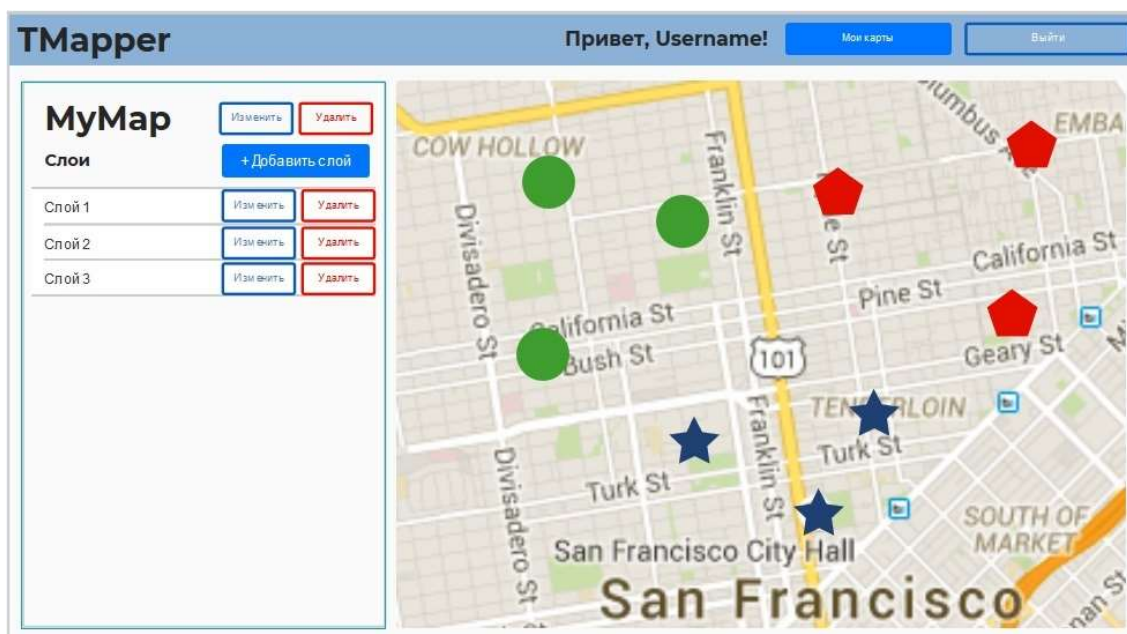


Рисунок 17 – Главная страница авторизованного пользователя с открытой картой

При нажатии на кнопку «Мои карты» откроется модальное окно со списком карт пользователя (рисунок 18). Здесь есть возможность выбрать карту из списка и открыть ее, нажав на кнопку «Открыть». После этого произойдет переход на главную страницу с открытой картой (рисунок 17). Кроме того, можно удалять карты, нажав кнопку «Удалить» возле карты, подлежащей удалению. При нажатии кнопки «Отмена» окно будет закрыто. При нажатии кнопки «Создать тематическую карту» данное окно закроется и откроется модальное окно с формой для создания карты (рисунок 19).

Форма создания карты содержит поля для заполнения названия и описания карты. При нажатии кнопки «Отмена» окно будет закрыто. При нажатии кнопки «Ок» начнется процесс создания карты и по его завершении произойдет переход на главную страницу с новой картой, как на рисунке 17, только без слоев.

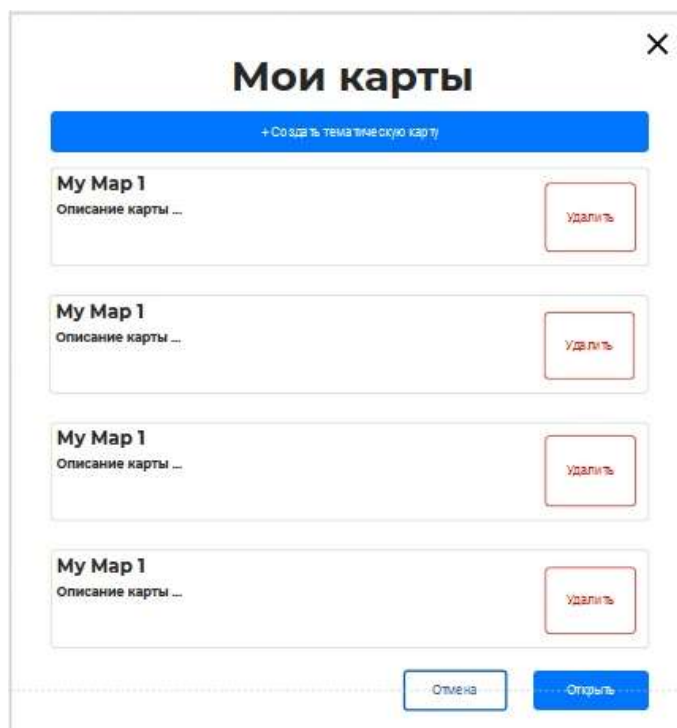


Рисунок 18 – Список карт пользователя

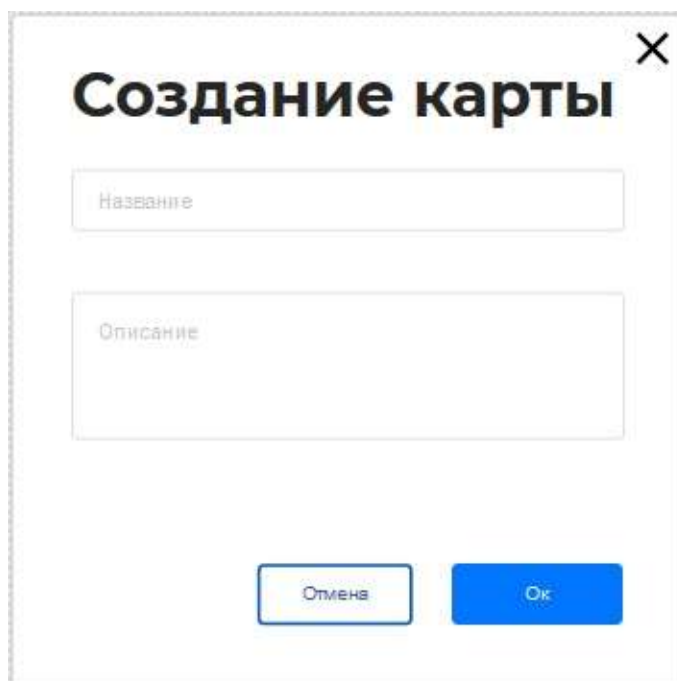


Рисунок 19 – Форма создания карты

При нажатии на кнопку «Добавить слой» откроется модальное окно с формой для создания слоя (рисунок 20). Она содержит поле для ввода названия слоя, выпадающий список для выбора типа слоя (точечный, линейный или полигональный) и кнопку для загрузки файла в форматах CSV, GeoJSON, XLSX, KML, GPX. При нажатии на нее откроется стандартное диалоговое окно для выбора файла. При

нажатии кнопки «Отмена» окно будет закрыто. При нажатии кнопки «Ок» начнется процесс добавления слоя к открытой карте и по его завершении произойдет переход на главную страницу с картой, как на рисунке 17, с добавленным слоем.

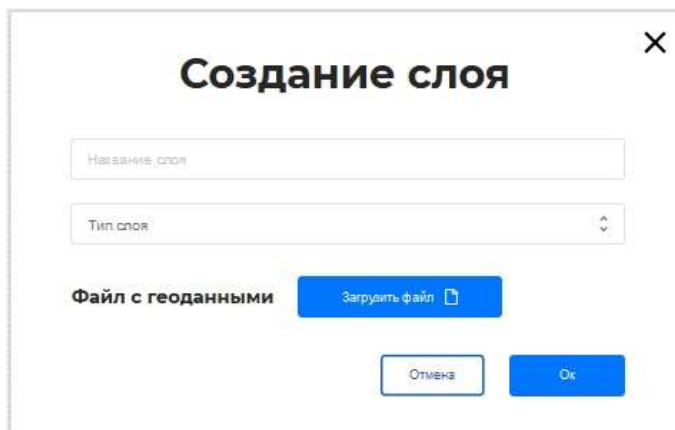


Рисунок 20 – Форма создания слоя

При нажатии кнопки «Изменить» около одного из слоев, откроется модальное окно для редактирования этого слоя (рисунок 21). Оно содержит поле ввода для изменения названия слоя, выпадающий список атрибутов слоя для выбора. Можно выбрать более одного атрибута, нажав на «Добавить атрибут». Чтобы удалить ненужный атрибут, нужно нажать на крестик справа от этого атрибута. Если выбран хотя бы один атрибут, появится выпадающий список с доступными стилями отображения. При выборе стиля отображения появится форма с параметрами данного стиля. Доступные стили отображения зависят от типа слоя, количества атрибутов для отображения и их типа согласно таблице А.1. При нажатии кнопки «Отмена» окно будет закрыто. При нажатии кнопки «Ок» начнется процесс изменения параметров слоя и по его завершении произойдет переход на главную страницу с картой, как на рисунке 17, с измененным слоем.

Рисунок 21 – Форма редактирования слоя

2.3 Выбор технологий разработки

2.3.1 Выбор СУБД и ORM

Для хранения данных пользователей, карт и слоев необходима база данных. Для ее выбора были рассмотрены наиболее популярные СУБД (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение СУБД

СУБД	Oracle Database	MySQL	Microsoft SQL сервер	PostgreSQL	MongoDB
Тип СУБД	Объектно-реляционная	Реляционная	Реляционная	Реляционная	Документоориентированная
Операционная система	Windows, UNIX, z/OS	Windows, UNIX	UNIX, OS/2, Windows	Windows, UNIX	Windows, UNIX
Лицензия	Коммерческая, для разработчиков	GNU GPL 2 и проприетарная лицензия	Microsoft EULA	Лицензия PostgreSQL	GNU AGPL
Исходный код	Закрытый	Открытый	Закрытый	Открытый	Открытый
Стоимость	Платная	Платная	Платная	Бесплатная	Платная

Исходя из данных таблицы лучшим выбором могла бы стать PostgreSQL, за счет ее стоимости, но поскольку в данной работе используется стек технологий Microsoft, было решено использовать бесплатную версию Microsoft SQL сервер - SQL Server 2019 Developer [15].

После выбора СУБД необходимо выбрать инструмент для управления миграциями базы данных. В таблице 3 представлены библиотеки, поддерживающие выбранную СУБД.

Таблица 3 – Сравнение ORM

ORM	EF Core	Dapper ORM	NHibernate
Автогенерация миграций	Да	Нет	Нет
Документация и поддержка	Поддержка Microsoft, документация, в том числе на русском, огромное комьюнити	Документация на английском, большое комьюнити	Документация на английском, большое комьюнити
Лицензия	Apache 2.0	Apache 2.0	GNU LGPL
Исходный код	Открытый	Открытый	Открытый
Стоимость	Бесплатная	Бесплатная	Бесплатная

Исходя из данных таблицы 3 была выбрана ORM EntityFramework Core [16], так как она позволяет с легкостью создавать миграции и имеет подробную документацию на русском языке.

2.3.2 Выбор способа и технологий аутентификации

Аутентификация — проверка подлинности предъявленного пользователем идентификатора. Все способы аутентификации можно расположить по возрастанию их сложности.

Аутентификация по паролю основывается на том, что пользователь должен предоставить логин и пароль для аутентификации в системе. Пара логин/пароль задается пользователем при его регистрации в системе.

Аутентификация по паролю может быть реализована разными способами:

- Базовая аутентификация. При применении этого вида аутентификации логин пользователя и его пароль входят в состав веб-запроса в незашифрованном виде.
- Дайджест-аутентификация. Вид аутентификации, который подразумевает передачу пользовательских паролей в хешированном состоянии. В качестве хеш-функций могут выступать MD5, SHA256 и другие.

- Аутентификация на основе сессионных токенов. После ввода пользователем своих логина/пароля и отправки их на сервер для аутентификации, в случае успеха веб-приложение создает сессионный токен, который обычно помещается в cookies. При последующих веб-запросах токен автоматически передается на сервер и позволяет приложению получить информацию о текущем пользователе для авторизации запроса.

Приложение может создать токен двумя способами:

- Как идентификатор аутентифицированной сессии пользователя, которая хранится в памяти сервера или в базе данных.
- Как зашифрованный и/или подписанный объект, содержащий данные о пользователе, а также период действия. Этот подход позволяет реализовать stateless-архитектуру сервера, однако требует механизма обновления сессионного токена по истечении срока действия.

Аутентификация по цифровому сертификату основывается на понятии сертификата. Сертификат представляет собой набор атрибутов, идентифицирующих владельца, подписанный certificate authority (CA). CA выступает в роли посредника, который гарантирует подлинность сертификатов. Также сертификат криптографически связан с закрытым ключом, который хранится у владельца сертификата и позволяет однозначно подтвердить факт владения сертификатом.

Во время аутентификации сервер выполняет проверку сертификата на основании следующих правил:

- Сертификат должен быть подписан доверенным СА
- Сертификат должен быть действительным на текущую дату
- Сертификат не должен быть отозван соответствующим СА

Аутентификация по одноразовым паролям обычно применяется дополнительно к аутентификации по паролям для реализации двухфакторной аутентификации или дополнительной аутентификации пользователя во время выполнения важных действий. Для реализации необходим источник для создания одноразовых паролей, например, аппаратный или программный токен, который может генерировать одноразовые пароли на основании секретного ключа и текущего

времени, случайно генерируемый код, передаваемый пользователю через SMS или другой канал связи, распечатка или scratch card со списком заранее сформированных одноразовых паролей.

Аутентификация по ключам доступа чаще всего используется для аутентификации устройств, сервисов или других приложений при обращении к веб-сервисам. Здесь в качестве секрета применяются ключи доступа (access key, API key) — длинные уникальные строки, содержащие произвольный набор символов, по сути заменяющие собой комбинацию логин/пароль.

Аутентификация по технологии единого входа (SSO) – это средство аутентификации, позволяющее пользователям осуществлять доступ к нескольким приложениям с помощью одного набора учетных данных. Одно приложение (service provider или relying part) делегирует функцию аутентификации пользователей другому приложению (identity provider или authentication service).

Реализация этого способа заключается в том, что identity provider (IP) предоставляет достоверные сведения о пользователе в виде токена, а service provider (SP) приложение использует этот токен для идентификации, аутентификации и авторизации пользователя.

В таблице 4 приведены основные применения и технологии для представленных выше способов аутентификации.

Таблица 4 – Сравнение способов аутентификации

Способ	Основное применение	Протоколы
По паролю	Аутентификация пользователей	HTTP/HTTPS
По цифровому сертификату	Аутентификация пользователей в приложениях, требующих высокого уровня безопасности; аутентификация сервисов	SSL/TLS
По одноразовым паролям	Дополнительная аутентификация пользователей, двухфакторная аутентификация	
По ключам доступа	Аутентификация сервисов и приложений	
По технологии единого входа	Делегированная аутентификация пользователей; делегированная авторизация приложений	OAuth, OpenID

Исходя из данных таблицы для разрабатываемого одностраничного приложения подходит аутентификация по паролю. Из методов реализации была

выбрана реализация на основе токена JWT [17]. Выбор обусловлен анализом недостатков и преимуществ реализаций аутентификации по паролю (см. таблицу 5).

Таблица 5 – Сравнение способов аутентификации по паролю

Способ реализации	Преимущества	Недостатки
Базовая аутентификация	Прост в реализации	Небезопасен, не отслеживает состояние
Дайджест-аутентификация	Более безопасен	Не отслеживает состояние
Сессия в cookies	Отслеживание состояния	Высокая нагрузка на сервер, сложность масштабирования
JWT токен	Хранение метаданных любого типа, устраняются недостатки аутентификации на основе сессий	

Существует несколько распространенных форматов токенов для веб-приложений, таких, как SWT, JWT, SAML, из которых был выбран JWT, так как он самодостаточен, все необходимые для аутентификации и авторизации данные можно хранить в самом токене.

2.3.3 Выбор библиотеки для отображения карты

Для отображения карты будет использоваться JavaScript библиотека Leaflet с открытым исходным кодом. Leaflet эффективно работает на всех основных настольных и мобильных платформах, может быть расширен за счет множества плагинов, имеет простой в использовании и хорошо документированный API и простой, читаемый исходный код [5].

Выбор данной библиотеки обоснован в выводах по главе 1.

Так как для разработки клиента был выбран фреймворк Angular, была использована библиотека ngx-leaflet. Она предоставляет гибкие и расширяемые компоненты для интеграции Leaflet в проекты Angular.io.

3 Реализация приложения

3.1 Реализация БД

При работе с Entity Framework можно следовать одному из трех подходов по проектированию базы данных:

- Database-First – сначала создается база данных с помощью различных СУБД, а затем генерируется модель в виде классов C#.
- Model-First – сначала создается графическая модель при помощи Visual Studio, а на ее основе генерируются классы C# и сама база данных.
- Code-First – сначала создаются классы C# модели, а затем на основе созданных классов генерируется база данных. Чтобы виды отношений между таблицами были распознаны, достаточно определить просто ссылки на объекты для 1:1, ICollection – для отношения 1:n, и взаимные ICollection – для m:n.

Для реализации был выбран подход Code-First, так как база данных имеет простую структуру и небольшое количество таблиц. Были созданы классы User, Map, Layer, которые отражают таблицы спроектированной БД. Также был создан контекст БД, в котором настроена связь моделей и их свойств с таблицами и их столбцами, настроены типы столбцов, их максимальная длина.

Для создания базы данных используются миграции модели данных. Чтобы создать миграцию нужно внести изменения в модели и сгенерировать класс миграции. После запуска миграции будет создана база данных, если она отсутствовала, и обновлена до последней версии. В разрабатываемом приложении запуск миграции вызывается в классе Startup при инициализации.

3.2 Аутентификация

3.2.1 Модель данных

В качестве модели данных пользователя провайдер ASP.NET Core Identity [18] предлагает IdentityUser класс, который предоставляет удобный объект для хранения

пользовательских данных. Класс содержит в себе все необходимые для данной работы поля, а именно:

- Id – идентификатор пользователя,
- UserName – имя пользователя,
- Email – адрес электронной почты пользователя,
- PasswordHash – хеш пароля пользователя.

Этот класс отображается непосредственно в таблицу Users в базе данных.

3.2.2 Создание новых учетных записей пользователей

Ответственность за создание новых пользователей через стандартную регистрацию электронной почты несет AccountsController.

Здесь есть только один метод действия, чтобы принять POST запрос с данными о регистрации пользователя. Для создания нового пользователя в базе данных используется Identity.UserManager и затем используется контекст для создания связанной сущности клиента.

3.2.3 Аутентификация JWT

Большая часть того, что нужно для реализации аутентификации с помощью веб-токенов JSON поверх ASP.NET Core Web API, находится в промежуточном программном обеспечении, предоставляемом пакетом Microsoft.AspNetCore.Authentication.JwtBearer [19].

Для начала был добавлен новый класс JwtIssuerOptions, определяющий некоторые свойства, которые будут содержать сгенерированные токены:

- iss – чувствительная к регистру строка или URI, которая является уникальным идентификатором стороны, генерирующей токен (issuer).
- sub – чувствительная к регистру строка или URI, которая является уникальным идентификатором стороны, о которой содержится информация в данном токене (subject). Значения с этим ключом должны быть уникальны в контексте стороны, генерирующей JWT.

- `aud` – массив чувствительных к регистру строк или URI, являющийся списком получателей данного токена. Когда принимающая сторона получает JWT с данным ключом, она должна проверить наличие себя в получателях — иначе проигнорировать токен (`audience`).
- `exp` – время в формате Unix Time, определяющее момент, когда токен станет не валидным (`expiration`).
- `nbf` – время в формате Unix Time, определяющее момент, когда токен станет валидным (`not before`).
- `jti` – строка, определяющая уникальный идентификатор данного токена (JWT ID).
- `iat` – время в формате Unix Time, определяющее момент, когда токен был создан.

Также был добавлен новый раздел конфигурации в файл `appsettings.json`, а затем API конфигурации использовалось в `ConfigureServices()` для чтения этих параметров и подключения `JwtIssuerOptions` к контейнеру IoC.

После этого был добавлен еще один код промежуточного программного обеспечения в `ConfigureServices()`, который ввел JWT-аутентификацию в конвейер запросов, были указаны параметры проверки для определения способа проверки полученных токенов и создана политика авторизации.

Последним был добавлен класс `JwtFactory`, который является помощником для создания закодированных токенов для обмена между клиентом и сервером. Создание происходит в `GenerateEncodedToken()`, который создает `JwtSecurityToken`, используя значения, введенные из `JwtOptions`.

В контроллере `AccountsController` был создан метод POST, для получения учетных данных и проверки их с помощью вызова вспомогательного метода `GetClaimsIdentity()`, который использует `UserManager` для проверки переданных учетных данных в базе данных, чтобы определить, зарегистрирован ли пользователь. Если это так, токен генерируется и возвращается в ответе.

Далее на клиенте были созданы компоненты формы регистрации и входа (рисунок 22). Для запросов к API-сервису был создан angular-сервис AuthService, содержащий методы register и login, которые используют Http-клиент.

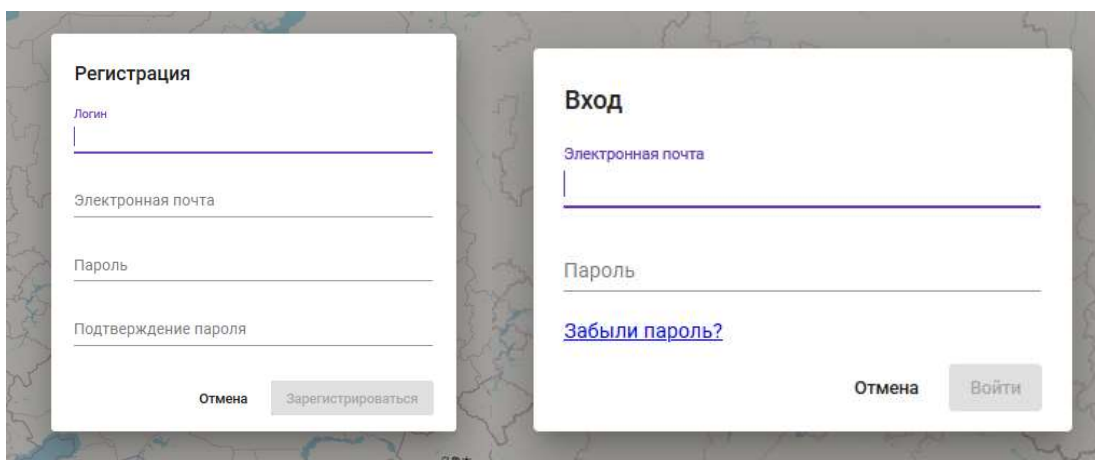


Рисунок 22 – Формы регистрации (слева) и входа (справа)

Для вызова методов API, требующих аутентификацию, полученный ранее JWT-токен добавляется к заголовкам запроса (рисунок 23).

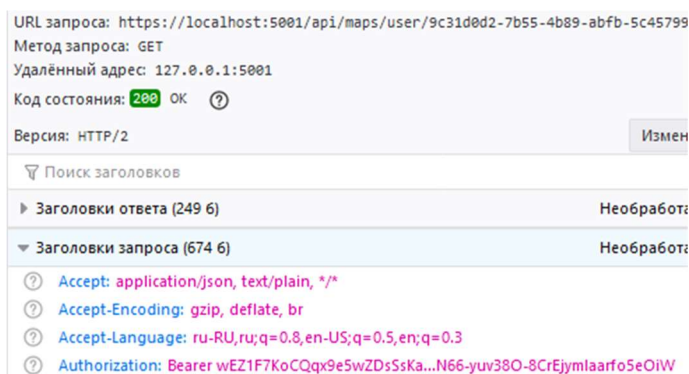


Рисунок 23 – Токен, передающийся в заголовке Authorization

3.3 Методы визуализации

Все методы визуализации, реализованные в проекте, указаны в перечислении LayerStyle. Метод getLayerStyleName(style: LayerStyle) возвращает название переданного стиля на русском языке.

Класс LayerStyleOptions представляет собой модель настроек стиля слоя, содержит поле style типа LayerStyle и имеет шесть классов наследников:

- SimpleStyleOptions – настройки стиля при отображении данных единым символом. Содержит поля size (размер символа для точечных объектов или

толщина линии для линейных и полигональных объектов), color (цвет линии, контура), fillColor (цвет заливки);

- UniqueValuesStyleOptions – настройки стиля при отображении данных методом уникальных значений. Содержит поля propertyName (название атрибута для отображения), valueStyleOptions (словарь с ключом value (значение атрибута) и значением типа SimpleStyleOptions);
- GraduatedColorsStyleOptions – настройки стиля при отображении данных методом диапазонов. Содержит поля propertyName, size, minColor (цвет, соответствующий минимальному значению атрибута), maxColor (цвет, соответствующий максимальному значению атрибута), minValue (минимальное значение атрибута), maxValue (максимальное значение атрибута);
- GraduatedColorsStyleOptions – настройки стиля при отображении данных методом размерных символов. Содержит поля propertyName, color, fillColor, minValue, maxValue, minSize (размер символа, соответствующий минимальному значению атрибута), maxSize (размер символа, соответствующий максимальному значению атрибута);
- ChartDiagramStyleOptions – настройки стиля при отображении данных в виде карты плотности. Содержит поля size (размер диаграммы), propertyNameColors (словарь с ключом propertyName (значение атрибута) и значением типа string, хранящем цвет для построения диаграммы), objectStyleOptions (объект типа SimpleStyleOptions для описания стиля самого объекта);
- DensityMapStyleOptions – настройки стиля при отображении данных в виде картодиаграммы. Содержит поля propertyName, pointStyleOptions (объект типа SimpleStyleOptions для описания стиля точек), objectStyleOptions (объект типа SimpleStyleOptions для описания стиля полигонов), pointValue (значение точки).

Для настройки стилей отображения был создан angular компонент EditStyleOptionsComponent, который был добавлен в компонент формы

редактирования слоя (рисунок 24). Данный компонент содержит поле `selectedStyle` типа `LayerStyle` с декоратором `@Input`. При выборе стиля отображения в форме редактирования, отображается форма, соответствующая выбранному стилю.

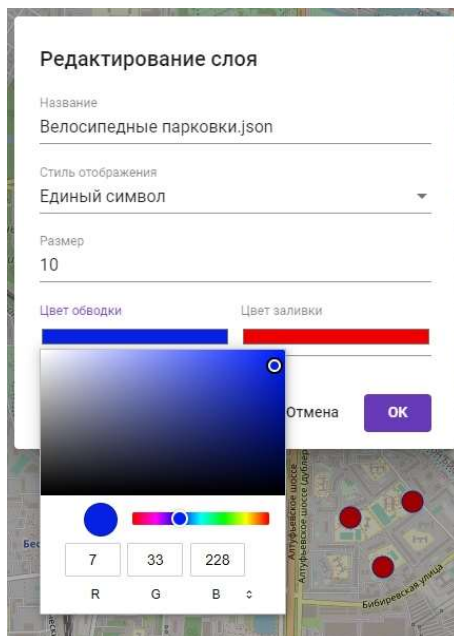


Рисунок 24 – Форма редактирования стиля с выбранным стилем отображения «Единый символ»

После заполнения формы и подтверждения, создается и заполняется значениями с формы наследник класса `LayerStyleOptions` соответствующий выбранному стилю. Этот объект сохраняется в поле `styleOptions` редактируемого слоя и используется при его отрисовке (рисунок 25) в компоненте `MapComponent` для назначения стилей отображаемых объектов.

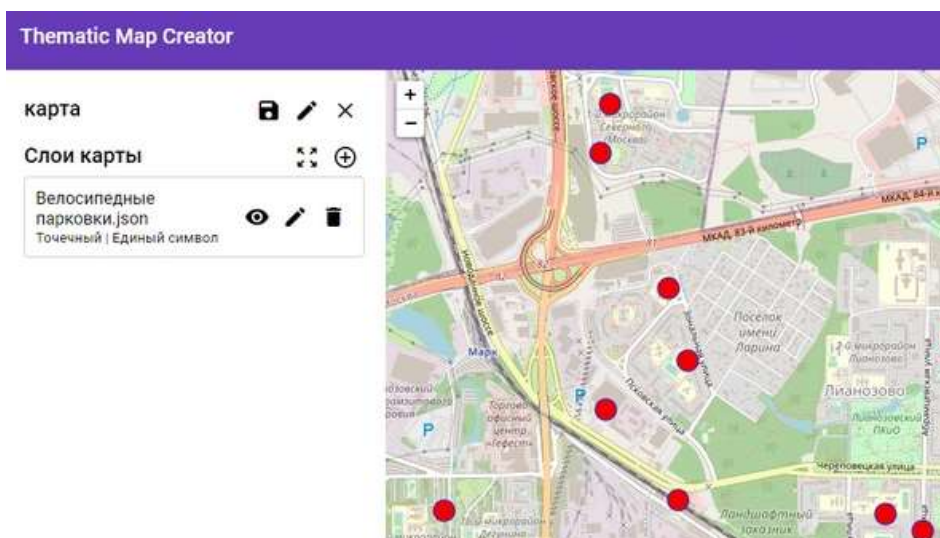


Рисунок 25 – Отображение объектов слоя с выбранным стилем отображения

4 Тестирование

Ручное тестирование состоит в проведении документированной процедуры, где изложена методика выполнения тестов. Методика задает порядок тестов и для каждого теста – перечень значений параметров, который подается на вход с перечнем результатов на выходе.

Ниже приведен пример тест-кейса для тестирования функции регистрации нового пользователя разработанного приложения. Все разработанные тест-кейсы приведены в приложении Б.

Тест-кейс № 1. Регистрация нового пользователя.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Открыть форму регистрации, нажав кнопку «Зарегистрироваться»	Появляется всплывающее окно с формой регистрации
3	В поле «Электронная почта» ввести некорректный формат почтового ящика. Например, не содержащий @ или содержащий несколько символов @, не содержащий домен верхнего уровня (.com, .ru и др.)	Появляется сообщение о некорректном формате адреса электронной почты.
4	Ввести в текстовые поля больше допустимого максимального количество символов	Появляется сообщение о том, что превышено максимально допустимое количество символов
5	В поле «Пароль» и «Подтверждение пароля» ввести разные данные	Появляется сообщение о том, что пароли не совпадают
6	Заполнить поле «Пароль» некорректной информацией. Например, меньше 6 символов, содержащей специальные символы, не содержащей букв и цифр	Появляется сообщение о том, что пароль некорректен
7	Заполнить поле «Логин» некорректной информацией. Например, меньше 3 символов, содержащей только пробелы	Появляется сообщение о том, что логин некорректен
8	Заполнить все поля корректной информацией и нажать кнопку «Отмена»	Форма регистрации закрывается
9	Снова открыть форму регистрации	Форма регистрации пуста
10	Заполнить все поля корректной информацией и нажать кнопку «Зарегистрироваться»	Появляется сообщение об успешной регистрации
11	Войти в систему за только что зарегистрированного пользователя	Происходит вход в систему
12	Открыть информацию о пользователе, нажав на его логин	Информация о пользователе совпадает с указанной при регистрации

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 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.

5.1.2 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 6 – 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
4. Скорость обработки данных	0,08	4	4	4	4	0,32	0,32	0,32	0,32

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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.

Основным 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.

5.1.3 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 7.

Таблица 7 – 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
Показатели оценки качества разработки					
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
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
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.

5.1.4 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 8.

Таблица 8 – 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 9.

Таблица 9 – 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 10.

Таблица 10 – 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 11.

Таблица 11 – 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 12.

Таблица 12 – 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 13.

Таблица 13 – SWOT-анализ

	<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>В1С5, В2С2С3С4 – Повышение конкурентоспособности данного проекта.</p> <p>В3С1С5 – Повышение скорости работы приложения.</p> <p>В4С1С2С3С4С5 – Увеличение количества потенциальных потребителей за счет увеличения функционала.</p> <p>В5С1С5 – Повышение скорости разработки и качества послепродажного обслуживания.</p>	<p>В1В2Сл3 – Повышение известности продукта.</p> <p>В3В4Сл4 – Увеличение качества связи через интернет.</p> <p>В4Сл5 – Появление возможности моделирования данных.</p> <p>В5Сл1Сл2Сл5 – Увеличение числа разработчиков и их навыков.</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>	<p>У1У2С2С3С4 – Уменьшение преимуществ функциональности и удобства перед конкурентами.</p> <p>У3С1 – Сложность устранения ошибок в быстро развивающихся технологиях.</p> <p>У5С1С5 – Подорожание разработки из-за необходимости обновления технологий.</p>	<p>У1У2Сл3Сл5 - Неизвестность, непопулярность продукта на рынке и развитие аналогов способствует провалу разрабатываемого приложения.</p> <p>У3У5Сл1Сл2 – Нехватка опыта для устранения ошибок и обновления технологий.</p> <p>У4Сл1Сл2Сл4 – Несоответствие требованиям и запрет на публикацию приложения в сети.</p>

5.2 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 системы, интегрированная среда разработки, исполнитель (таблица 14).

Таблица 14 – 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.

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 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 15.

Таблица 15 – 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 15

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.

5.3.2 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.

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

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

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

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

5.3.3 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 16.

Таблица 16 – 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 26.

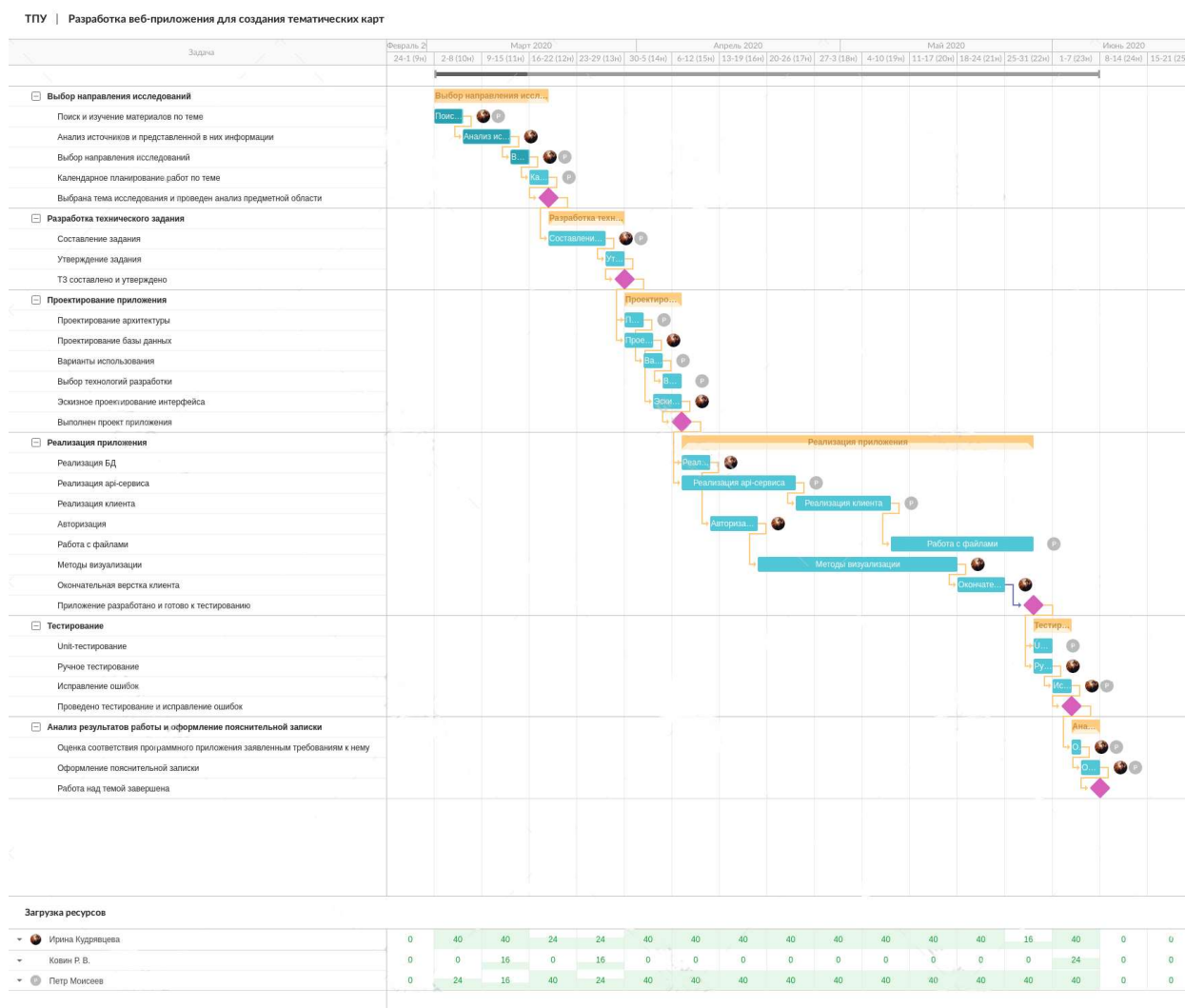


Рисунок 26 – Диаграмма Ганта

5.3.4 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.

5.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

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, м²и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м²и 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 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z_m), 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

5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В таблице 19 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 18 – 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

5.3.4.3 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 16);

$Z_{\text{дн}}$ – 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 19).

Таблица 19 – 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 20.

Таблица 20 – 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

5.3.4.4 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.

5.3.4.5 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 21 представлены результаты расчетов.

Таблица 21 – 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					

5.3.4.6 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%.

5.3.4.7 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 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НИИ	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 НИИ	285161,8	256723,3	293861,0

5.4 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;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{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 23.

Таблица 23 – 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:

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

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

представленную в таблице 24, 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 24 – 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.

6 Социальная ответственность

6.1 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.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.2.1 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 ТООИ 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.

6.2.2 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 м² 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.

6.3 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 25.

Таблица 25 – 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	+	+	

6.3.1 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 26.

Таблица 26 – 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 ²
Яркость бликов на экране	Не более 40 кд/м ²
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.

6.3.2 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 [26] для категории тяжести работ 1а (таблица 27).

Таблица 27 – 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.

6.3.3 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 28).

Таблица 28 – 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.

6.3.4 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).

6.3.5 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.

6.4 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.

6.5 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.

6.6 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: 10.03.2020).
6. OpenLayers v6.3.1 API – Index [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://openlayers.org/en/latest/apidoc/> (дата обращения: 10.03.2020).
7. Google Maps Platform | Google Developers: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation> (дата обращения: 10.03.2020).
8. Welcome to The Open Geospatial Consortium [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.opengeospatial.org/> (дата обращения: 10.03.2020).
9. Конструктор карт - Конструктор карт Яндекса. Помощь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/support/maps-builder/concept/> (дата обращения: 10.03.2020).
10. Импорт компонентов карт из файла – Компьютер – Справка – Мои карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.google.com/mymaps/answer/3024836> (дата обращения: 10.03.2020).
11. 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: 10.03.2020).

12. API Яндекс.Карт – Технологии Яндекса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/> (дата обращения: 10.03.2020).
13. 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.
14. Proto.io – Prototipes that feel real [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://proto.io/> (дата обращения: 20.04.2020).
15. Поставщик базы данных Microsoft SQL Server EF Core [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/core/providers/sql-server/?tabs=dotnet-core-cli> (дата обращения: 10.05.2020).
16. Entity Framework Core [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/core/> (дата обращения: 10.03.2020).
17. RFC 7519 - JSON Web Token (JWT) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519> (дата обращения: 10.05.2020).
18. ASP.NET Identity обзор — ASP.NET 4. x | Microsoft Docs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/identity/overview/> (дата обращения: 10.05.2020).
19. ASP.NET Core | JWT-токены [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/23.7.php> (дата обращения: 10.05.2020).
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.

Приложение А

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.

1 Основания для разработки

Работа выполняется на основании задания на дипломную работу.

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.

3 Требования к Системе

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 переменные³;
- возможность выбора пользователем метода визуализации в зависимости от количества и типа тематических переменных в соответствии с таблицей А.1;
- возможность настройки пользователем стиля отображения (выбор символов, диапазона цветов, типа и стиля диаграммы) для соответствующих методов визуализации (таблица А.1);
- 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.

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

Таблица А.1 – 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			

4 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

4.1 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;

4.2 Условия эксплуатации

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

4.3 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.

4.4 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

5 Требования к документации

Состав документации должен включать в себя отчет о проделанной работе.

6 Стадии и этапы разработки

Таблица А.2 – 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

7 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.

Приложение Б

Методика выполнения тестов

Тест-кейс № 1. Регистрация нового пользователя.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Открыть форму регистрации, нажав кнопку «Зарегистрироваться»	Появляется всплывающее окно с формой регистрации
3	В поле «Электронная почта» ввести некорректный формат почтового ящика. Например, не содержащий @ или содержащий несколько символов @, не содержащий домен верхнего уровня (.com, .ru и др.)	Появляется сообщение о некорректном формате адреса электронной почты.
4	Ввести в текстовые поля больше допустимого максимального количество символов	Появляется сообщение о том, что превышено максимально допустимое количество символов
5	В поле «Пароль» и «Подтверждение пароля» ввести разные данные	Появляется сообщение о том, что пароли не совпадают
6	Заполнить поле «Пароль» некорректной информацией. Например, меньше 6 символов, содержащей специальные символы, не содержащей букв и цифр	Появляется сообщение о том, что пароль некорректен
7	Заполнить поле «Логин» некорректной информацией. Например, меньше 3 символов, содержащей только пробелы	Появляется сообщение о том, что логин некорректен
8	Заполнить все поля корректной информацией и нажать кнопку «Отмена»	Форма регистрации закрывается
9	Снова открыть форму регистрации	Форма регистрации пуста
10	Заполнить все поля корректной информацией и нажать кнопку «Зарегистрироваться»	Появляется сообщение об успешной регистрации
11	Войти в систему за только что зарегистрированного пользователя	Происходит вход в систему
12	Открыть информацию о пользователе, нажав на его логин	Информация о пользователе совпадает с указанной при регистрации

Тест-кейс № 2. Регистрация нового пользователя с ранее зарегистрированным электронным адресом.

Шаги:

1 Зайти на страницу приложения

- 2 Зарегистрировать нового пользователя
- 3 Открыть форму регистрации
- 4 Заполнить форму регистрации, в поле «Электронная почта» указать адрес только что зарегистрированного пользователя
- 5 Нажать «Зарегистрироваться»

Ожидаемый результат:

Появляется сообщение о том, что адрес электронной почты занят.

Тест-кейс № 3. Регистрация нового пользователя с пробелами в логине.

Шаги:

- 1 Зайти на страницу приложения
- 2 Открыть форму регистрации
- 3 Ввести пробелы до и после основного текста во все текстовые поля, кроме паролей. Заполнить остальные поля корректной информацией.
- 4 Нажать «Зарегистрироваться»
- 5 Войти в систему за только что зарегистрированного пользователя
- 6 Открыть информацию о пользователе, нажав на его логин

Ожидаемый результат:

Введенные пробелы до и после основного текста «обрезаны».

Тест-кейс № 4. Вход в систему.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Зарегистрировать нового пользователя	Появляется сообщение об успешной регистрации
3	Открыть форму входа, нажав кнопку «Войти»	Появляется всплывающее окно с формой входа
4	В поле «Электронная почта» ввести некорректный формат почтового ящика. Например, не содержащий @ или содержащий несколько символов @, не содержащий домен верхнего уровня (.com, .ru и др.)	Появляется сообщение о некорректном формате адреса электронной почты.
5	Ввести в текстовые поля больше допустимого максимального количество символов	Появляется сообщение о том, что превышено максимально допустимое количество символов
6	В поле «Электронная почта» ввести незарегистрированный адрес электронной почты, заполнить поле «Пароль», нажать «Войти»	Появляется сообщение о том, что пользователя с таким адресом не существует

7	В поле «Электронная почта» ввести адрес электронной почты зарегистрированного ранее пользователя, в поле «Пароль» ввести неправильный пароль, нажать «Войти»	Появляется сообщение о том, что пароль неправильный
8	Заполнить форму информацией о зарегистрированном ранее пользователе и нажать кнопку «Отмена»	Форма входа закрывается
9	Снова открыть форму входа	Форма входа пуста
10	Заполнить форму информацией о зарегистрированном ранее пользователе и нажать кнопку «Войти»	Происходит вход в систему

Тест-кейс № 5. Создание тематической карты.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Открыть форму создания карты, нажав кнопку «Создать новую карту»	Появляется всплывающее окно с формой создания карты
3	Ввести в текстовые поля больше допустимого максимального количество символов	Появляется сообщение о том, что превышено максимально допустимое количество символов
4	Ввести в поле «Название» пробел	Появляется сообщение о том, что необходимо ввести название
5	Заполнить форму корректной информацией и нажать кнопку «Отмена»	Форма создания закрывается
6	Снова открыть форму создания	Форма создания пуста
7	Заполнить форму корректной информацией и нажать ОК	В боковой панели появляется информация о новой карте, она совпадает с введенной в форме

Тест-кейс № 6. Сохранение тематической карты.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Зарегистрировать нового пользователя	Появляется сообщение об успешной регистрации
3	Создать новую карту	В боковой панели появляется информация о новой карте
4	Нажать кнопку сохранения карты	Открывается форма входа
5	Войти в систему	Происходит вход в систему, созданная карта не исчезает
6	Нажать кнопку сохранения карты	Появляется сообщение об успешном сохранении
7	Открыть список карт пользователя, нажав кнопку «Карты»	Сохраненная карта находится в списке карт

Тест-кейс № 7. Редактирование информации о тематической карте.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать новую карту	В боковой панели появляется информация о новой карте
3	Нажать кнопку редактирования карты	Открывается форма редактирования карты, содержащая информацию о карте
4	Очистить текстовые поля	Появляется сообщение о том, что необходимо указать название
5	Заполнить форму новыми данными и нажать «Отмена»	Форма редактирования закрывается, информация о карте остается без изменений
6	Снова открыть форму редактирования	Открывается форма редактирования карты, содержащая текущую информацию о карте
7	Заполнить форму новыми данными и нажать ОК	Форма редактирования закрывается, информация о карте меняется на введенную

Тест-кейс № 8. Открытие сохраненной тематической карты.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Войти в систему	Происходит вход в систему
3	Создать и сохранить карту	В боковой панели появляется информация о новой карте, появляется сообщение об успешном сохранении
4	Закреть карту, нажав на кнопку закрытия карты	Карта закрывается, в боковой панели появляются кнопки создания и открытия карты
5	Открыть список карт пользователя	Сохраненная карта находится в списке карт
6	Открыть ранее созданную карту, выбрав ее в списке карт и нажав «Открыть»	В боковой панели появляется информация об открытой карте
7	Выйти из системы	Происходит выход из системы, карта закрывается, в боковой панели появляются кнопки создания и открытия карты
8	Нажать кнопку «Открыть карту»	Открывается форма входа

Тест-кейс № 9. Добавление слоя к карте.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Войти в систему	Происходит вход в систему
3	Создать карту	В боковой панели появляется информация о новой карте
4	Нажать кнопку добавления слоя	Открывается форма создания слоя
5	Ввести в текстовые поля больше допустимого максимального количество символов	Появляется сообщение о том, что превышено максимально допустимое количество символов

6	Ввести в поле «Название» пробел	Появляется сообщение о том, что необходимо ввести название
7	Нажать кнопку выбора файла	Открывается диалоговое окно для выбора файла
8	Выбрать тип файлов для отображения «Все файлы», открыть файл с неподходящим расширением	Появляется сообщение о том, что файл имеет неправильное расширение
9	Нажать кнопку выбора файла	Открывается диалоговое окно для выбора файла
10	Открыть файл с правильным расширением	В поле «Название» появляется название файла, появляется поле «Тип слоя» с выпадающим списком доступных типов слоя, по умолчанию выбран первый тип из списка
11	Снова открыть файл с неправильным расширением	Поле «Название» не меняется, поле «Тип слоя» исчезает, появляется сообщение о том, что файл имеет неправильное расширение
12	Нажать «Отмена»	Форма создания слоя закрывается
13	Открыть форму создания слоя	Форма создания слоя пуста
14	Открыть файл с правильным расширением	В поле «Название» появляется название файла, появляется поле «Тип слоя» с выпадающим списком доступных типов слоя, по умолчанию выбран первый тип из списка
15	Изменить название слоя, тип слоя и нажать ОК	В списке слоев карты появляется слой с введенным названием и типом, на карте отображаются объекты слоя, карта центрируется и масштабируется по покрытию слоя
16	Сохранить и закрыть карту	Появляется сообщение об успешном сохранении, карта закрывается
17	Открыть карту	Открывается карта, в списке слоев находится добавленный ранее слой, объекты слоя отображаются на карте

Тест-кейс № 10. Управление видимостью слоев.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать карту	В боковой панели появляется информация о новой карте
3	Добавить на карту несколько слоев (не менее трех) из разных файлов	В списке слоев карты появляются добавленные слои, на карте отображаются объекты слоев, карта центрируется и масштабируется по покрытию слоев
4	Скрыть некоторые (не менее двух, но не все) из слоев, нажав кнопку скрытия слоя рядом с названием слоя	На карте отображаются объекты только видимых слоев карты
5	Нажать кнопку «Перейти к слоям»	Карта центрируется и масштабируется по покрытию видимых слоев

6	Сделать видимыми некоторые (не все) из скрытых слоев	На карте появляются объекты видимых слоев
7	Нажать кнопку «Перейти к слоям»	Карта центрируется и масштабируется по покрытию видимых слоев

Тест-кейс № 11. Изменение порядка слоев.

Шаги:

- 1 Зайти на страницу приложения
- 2 Создать карту
- 3 Добавить несколько слоев
- 4 Поменять порядок слоев, перетаскив последний слой в верх списка
- 5 Добавить еще один слой

Ожидаемый результат:

Добавленный слой помещается в конец списка, объекты слоев, находящихся выше в списке, отображаются на карте поверх объектов слоев, находящихся ниже в списке.

Тест-кейс № 12. Удаление слоев.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать карту	В боковой панели появляется информация о новой карте
3	Добавить на карту несколько слоев	В списке слоев карты появляются добавленные слои, на карте отображаются объекты слоев, карта центрируется и масштабируется по покрытию слоев
4	Нажать кнопку удаления рядом с названием одного из слоев	Появляется всплывающее окно с подтверждением удаления
5	Нажать кнопку «Отмена»	Окно подтверждения закрывается, удаляемый слой в списке слоев карты
6	Нажать кнопку удаления рядом с названием одного из слоев	Появляется всплывающее окно с подтверждением удаления
7	Нажать кнопку «Удалить»	В списке слоев карты исчезает удаляемый слой, на карте исчезают объекты удаляемого слоя

Тест-кейс № 13. Удаление карты.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Войти в систему	Происходит вход в систему

3	Создать и сохранить карту	Создается карта, появляется сообщение об успешном сохранении
4	Открыть список карт пользователя	Открывается список карт, содержащий сохраненную карту
5	Нажать на кнопку удаления рядом с названием карты	Открывается всплывающее окно с подтверждением удаления
6	Нажать кнопку «Отмена»	Окно подтверждения закрывается, карта остается в списке карт
7	Нажать на кнопку удаления рядом с названием карты	Открывается всплывающее окно с подтверждением удаления
8	Нажать кнопку «Удалить»	Появляется сообщение о том, что карта удалена, карта закрывается и исчезает из списка карт

Тест-кейс № 14. Изменение названия слоя.

Шаги:

- 1 Зайти на страницу приложения
- 2 Создать карту
- 3 Добавить слой
- 4 Нажать кнопку редактирования слоя
- 5 Изменить название слоя
- 6 Нажать ОК

Ожидаемый результат:

Название слоя в списке слоев меняется на введенное. Отображение объектов на карте, порядок и видимость слоев не меняется.

Тест-кейс № 15. Изменение стиля отображения полигонального слоя.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать карту	Создается карта
3	Создать полигональный слой из файла содержащего атрибуты числового типа	Создается слой и отображается на карте
4	Нажать кнопку редактирования рядом с названием слоя	Открывается всплывающее окно с формой редактирования слоя, заполненное данными о текущем слое
5	Нажать на поле с выпадающим списком стилей отображения	В списке отображаются стили отображения, доступные для полигональных слоев (все, кроме «Градуированные символы»). По умолчанию выбран «Единый символ»

6	Выбрать «Единый символ»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Толщина линии», «Цвет контура» и «Цвет заливки»
7	Изменить толщину линии, цвета контура и заливки и нажать «Отмена»	Окно редактирования закрывается
8	Открыть окно редактирования слоя	Форма редактирования заполнена теми же данными, без изменения
9	Изменить толщину линии, цвета контура и заливки и нажать ОК	Окно редактирования закрывается, объекты слоя на карте отображаются в соответствии с выбранными значениями
10	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
11	Выбрать стиль отображения «Уникальные значения»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Значение», «Толщина линии», «Цвет контура» и «Цвет заливки»
12	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются все атрибуты, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
13	Выбрать любой атрибут и нажать на поле с выпадающим списком значений	В списке отображаются все значения выбранного атрибута, полученные из файла.
14	Выбрать любое значение атрибута и изменить толщину линии, цвета контура и заливки для него, нажать ОК	Объекты слоя, имеющие выбранное значение атрибута меняют свой стиль
15	Нажать на изменившийся объект на карте	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Стиль отображения соответствует значению атрибута, указанному в информации об объекте
16	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
17	Выбрать стиль отображения «Градуированные цвета»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Толщина линии», «Цвет минимального значения» и «Цвет максимального значения»
18	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
19	Выбрать любой атрибут	Под полем «Атрибут» отображаются минимальное и максимальное значения этого атрибута
20	Изменить толщину линии, цвета для минимального и максимального значения атрибута (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	Объекты слоя меняют свой стиль
21	Нажать на объект цвета, заданного цветом минимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его минимальным значением или близким к минимальному.

22	Нажать на объект цвета, заданного цветом максимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его максимальным значением или близким к максимальному.
23	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
24	Выбрать стиль отображения «Картодиаграмма»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Цвет атрибута», «Размер маркера», «Толщина линии», «Цвет контура» и «Цвет заливки», кнопка добавления атрибута
25	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
26	Добавить любой атрибут	Добавляется новая пара полей «Атрибут» – «Цвет атрибута»
27	Изменить цвета атрибутов (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	На карте появляются маркеры диаграмм с двумя секциями разных цветов.
28	Нажать на объект	Значения выбранных атрибутов соответствуют диаграмме данного объекта.
29	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
30	Выбрать стиль отображения «Плотность точек»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Значение точки», «Размер точки», «Толщина линии», «Цвет контура» и «Цвет заливки»
31	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
32	Выбрать любой атрибут и заполнить остальные поля, нажать ОК	На карте меняется отображение полигонов, они заполняются точками заданного размера
33	Нажать на объект с небольшим количеством точек	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Количество точек равно значению атрибута, указанному в окошке, деленному на выбранное ранее значение точки
34	Создать полигональный слой из файла не содержащего атрибуты числового типа	Создается слой и отображается на карте
35	Открыть форму редактирования слоя	Открывается всплывающее окно с формой редактирования слоя, заполненное данными о текущем слое
36	Нажать на поле с выпадающим списком стилей отображения	В списке отображаются стили отображения, доступные для полигональных слоев и не требующие наличия числовых атрибутов («Единый символ» и «Уникальные значения»).

Тест-кейс № 16. Изменение стиля отображения точечного слоя.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать карту	Создается карта
3	Создать точечный слой из файла содержащего атрибуты числового типа	Создается слой и отображается на карте
4	Нажать кнопку редактирования рядом с названием слоя	Открывается всплывающее окно с формой редактирования слоя, заполненное данными о текущем слое
5	Нажать на поле с выпадающим списком стилей отображения	В списке отображаются стили отображения, доступные для точечных слоев (все, кроме «Плотность точек»). По умолчанию выбран «Единый символ»
6	Выбрать «Единый символ»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Размер», «Цвет контура» и «Цвет заливки»
7	Изменить размер значка, цвета контура и заливки и нажать ОК	Окно редактирования закрывается, объекты слоя на карте отображаются в соответствии с выбранными значениями
8	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
9	Выбрать стиль отображения «Уникальные значения»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Значение», «Размер», «Цвет контура» и «Цвет заливки»
10	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются все атрибуты, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
11	Выбрать любой атрибут и нажать на поле с выпадающим списком значений	В списке отображаются все значения выбранного атрибута, полученные из файла.
12	Выбрать любое значение атрибута и изменить размер значка, цвета контура и заливки для него, нажать ОК	Объекты слоя, имеющие выбранное значение атрибута меняют свой стиль
13	Нажать на изменившийся объект на карте	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Стиль отображения соответствует значению атрибута, указанному в информации об объекте
14	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
15	Выбрать стиль отображения «Градуированные цвета»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Размер», «Цвет минимального значения» и «Цвет максимального значения»
16	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут

17	Выбрать любой атрибут	Под полем «Атрибут» отображаются минимальное и максимальное значения этого атрибута
18	Изменить размер значка, цвета для минимального и максимального значения атрибута (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	Объекты слоя поменяют свой стиль
19	Нажать на объект цвета, заданного цветом минимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его минимальным значением или близким к минимальному.
20	Нажать на объект цвета, заданного цветом максимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его максимальным значением или близким к максимальному.
21	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
22	Выбрать стиль отображения «Картодиаграмма»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Цвет атрибута», «Размер маркера», кнопка добавления атрибута
23	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
24	Добавить любой атрибут	Добавляется новая пара полей «Атрибут» – «Цвет атрибута»
25	Изменить цвета атрибутов (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	На карте появляются маркеры диаграмм с двумя секциями разных цветов.
26	Нажать на объект	Значения выбранных атрибутов соответствуют диаграмме данного объекта.
27	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
28	Выбрать стиль отображения «Градуированные символы»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Минимальный размер», «Максимальный размер» «Цвет контура» и «Цвет заливки»
29	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
30	Выбрать любой атрибут	Под полем «Атрибут» отображаются минимальное и максимальное значения этого атрибута
31	Изменить минимальный и максимальный размер значка (задать размеры отличающиеся на порядок), цвета контура и заливки, нажать ОК	Объекты слоя поменяют свой стиль

32	Нажать на один из самых маленьких объектов	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его минимальным значением или близким к минимальному.
33	Нажать на один из самых больших объектов	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его максимальным значением или близким к максимальному.

Тест-кейс № 17. Изменение стиля отображения линейного слоя.

№ п/п	Шаги	Ожидаемый результат
1	Зайти на страницу приложения	Открывается главная страница
2	Создать карту	Создается карта
3	Создать линейный слой из файла содержащего атрибуты числового типа	Создается слой и отображается на карте
4	Нажать кнопку редактирования рядом с названием слоя	Открывается всплывающее окно с формой редактирования слоя, заполненное данными о текущем слое
5	Нажать на поле с выпадающим списком стилей отображения	В списке отображаются стили отображения, доступные для линейных слоев (все, кроме «Плотность точек» и «Градуированные символы»). По умолчанию выбран «Единый символ»
6	Выбрать «Единый символ»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Толщина линии», «Цвет»
7	Изменить толщину и цвет линии, нажать ОК	Окно редактирования закрывается, объекты слоя на карте отображаются в соответствии с выбранными значениями
8	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
9	Выбрать стиль отображения «Уникальные значения»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Значение», «Толщина линии», «Цвет»
10	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются все атрибуты, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
11	Выбрать любой атрибут и нажать на поле с выпадающим списком значений	В списке отображаются все значения выбранного атрибута, полученные из файла.
12	Выбрать любое значение атрибута и изменить толщину и цвет линии, нажать ОК	Объекты слоя, имеющие выбранное значение атрибута меняют свой стиль
13	Нажать на изменившийся объект на карте	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Стиль отображения соответствует значению атрибута, указанному в информации об объекте

14	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
15	Выбрать стиль отображения «Градуированные цвета»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Толщина линии», «Цвет минимального значения» и «Цвет максимального значения»
16	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
17	Выбрать любой атрибут	Под полем «Атрибут» отображаются минимальное и максимальное значения этого атрибута
18	Изменить толщину линии, цвета для минимального и максимального значения атрибута (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	Объекты слоя поменяют свой стиль
19	Нажать на объект цвета, заданного цветом минимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его минимальным значением или близким к минимальному.
20	Нажать на объект цвета, заданного цветом максимального значения	Появляется всплывающее окошко с информацией об объекте. Значение выбранного атрибута является его максимальным значением или близким к максимальному.
21	Открыть окно редактирования слоя	Открывается форма редактирования слоя
22	Выбрать стиль отображения «Картодиаграмма»	На форме после поля «Стиль отображения» отображаются поля «Атрибут», «Цвет атрибута», «Размер маркера», «Толщина линии», «Цвет», кнопка добавления атрибута
23	Нажать на поле с выпадающим списком атрибутов	В списке отображаются атрибуты числового типа, полученные из файла. По умолчанию выбран первый атрибут
24	Добавить любой атрибут	Добавляется новая пара полей «Атрибут» – «Цвет атрибута»
25	Изменить цвета атрибутов (выбрать наиболее контрастные цвета, например белый и черный), нажать ОК	На карте появляются маркеры диаграмм с двумя секциями разных цветов.
26	Нажать на объект	Значения выбранных атрибутов соответствуют диаграмме данного объекта.