

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 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды

УДК 004.774:504.064

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ02	Ступин Илья Константинович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Соколова Вероника Валерьевна	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН ШБИП	Жиронкин Сергей Александрович	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК(У)-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК(У)-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования

ОПК(У)-7	Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ОПК(У)-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен разрабатывать и администрировать системы управления базами данных
ПК(У)-2	Способен проектировать сложные пользовательские интерфейсы
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов
ПК(У)-4	Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий

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 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Кочегурова Е.А.
 (подпись) _____ (дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ02	Ступину Илье Константиновичу

Тема работы:

Разработка веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-64/с от 03.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектами исследования являются методы и способы мониторинга состояния окружающей среды, а, именно, параметры воздуха (AQI), способы регистрации данных параметров с помощью метеорологического прибора и визуализации полученных данных на виджетах и онлайн-карте местности.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Исследование предметной области, обзор существующих решений. • Формирование перечня функциональных возможностей разрабатываемого веб-сервиса. • Выбор технологий разработки. • Сборка и настройка метеорологического прибора. • Разработка веб-сервиса. • Тестирование веб-сервиса. • Финансовый менеджмент,

	ресурсоэффективность и ресурсосбережение. • Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	<ul style="list-style-type: none"> • UML-диаграммы. • Скриншоты окон веб-приложения. • Карта веб-сервиса. • Схема метеорологического устройства. • Скриншоты структуры формируемых файлов. • Таблица трудоемкости выполнения работ. • Диаграмма Ганта.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор ОСГН ШБИП, д.э.н., Жиронкин С.А.
Социальная ответственность	Профессор ООД ШБИП, д.м.н., Федоренко О.Ю.
Английский язык	Доцент ОИЯ ШБИП, к.ф.н., Диденко А.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Описание предметной области	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Соколова Вероника Валерьевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ02	Ступин Илья Константинович		

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 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2022	Основная часть	70
27.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
28.05.2022	Социальная ответственность	10
28.05.2022	Приложение на английском языке	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Соколова Вероника Валерьевна	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ02	Ступину Илье Константиновичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

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

<ul style="list-style-type: none"> Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых информационных и человеческих 	Материальные затраты: 1 345 руб. Амортизационные отчисления: 22 302 руб.
<ul style="list-style-type: none"> Нормы и нормативы расходования ресурсов 	–
<ul style="list-style-type: none"> Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования 	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды: 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<ul style="list-style-type: none"> Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ 	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта.
<ul style="list-style-type: none"> Разработка устава научно-технического проекта 	Установление правил организации работ по научно-техническому проекту.
<ul style="list-style-type: none"> Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок 	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ.
<ul style="list-style-type: none"> Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности 	Проведение оценки экономической эффективности веб-сервиса по мониторингу состояния окружающей среды.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ul style="list-style-type: none"> «Портрет» потребителя результатов НТИ. Сегментирование рынка. Оценка конкурентоспособности технических решений. Матрица SWOT. График проведения и бюджет НТИ. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ. Потенциальные риски.
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН ШБИП	Жиронкин Сергей Александрович	Д.Э.Н.		28.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ02	Ступин Илья Константинович		28.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ02	Ступину Илье Константиновичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Разработка веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> • Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. • Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации. 	<p>Объект исследования: веб-сервис для мониторинга состояния окружающей среды Область применения: информационные системы. Рабочая зона: офис. Размеры помещения: 7*8м. Отопление: трубы напорные, встроенные в стену. Вентиляция: естественное поступление наружного воздуха через открывающиеся окна. Освещение: естественное, искусственное. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер в количестве 2 штук. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: разработка приложения с использованием компьютера.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021). • СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. • ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. • ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. • СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. • ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. • ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. • ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. • ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности
--	---

	<p>труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. • ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
<p>2. Производственная безопасность <u>при разработке проектного решения</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов; • расчет уровня опасного или вредного производственного фактора. 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • недостаточная освещенность рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света; • повышенный уровень шума; • повышенная напряженность электрического поля; • повышенная или пониженная влажность воздуха; • статические перегрузки, умственные перегрузки, перегрузки анализаторов. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • электрический ток (источником является персональный компьютер); • короткое замыкание; • статическое электричество. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: наушники, устройства для вентиляции и очистки воздуха, источники света, устройства очистки воздуха и жидкостей.</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность <u>при разработке проектного решения</u></p>	<p>Воздействие на атмосферу, гидросферу, селитебную зону не происходит.</p> <p>В работе проведен анализ воздействия на литосферу (образование отходов при выходе из строя персонального компьютера, возникновение отходов при печати и утилизации ламп).</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения</u></p>	<p>Возможные ЧС: ураганы, ливни, оползни, пожары.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар на рабочем месте.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н.		28.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ02	Ступин Илья Константинович		28.02.2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 135 с., 38 рис., 42 табл., 34 источника, 9 прил.

Ключевые слова: веб-сервис, программирование, веб-приложение, мониторинг, экология, web service, programming, web-application, monitoring, ecology.

Объектами исследования являются методы и способы мониторинга состояния окружающей среды, а именно, параметры воздуха (AQI), способы регистрации данных параметров с помощью метеорологического прибора и визуализации полученных данных на виджетах и онлайн-карте местности.

Цель работы – проектирование, разработка и тестирование веб-сервиса, ориентированного на определение состояния окружающей среды и способного произвести оценку собранных данных, предоставить необходимую информацию в удобном формате конечному пользователю.

В результате исследования был предложен способ универсального сбора, загрузки и выгрузки метеорологических показателей и формирования виджета (вычисление текущего значения показателей, определение цвета колонки с учетом значения показателей в конкретный момент времени), а также способ формирования меток с метеорологическими данными на карте.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: серверная часть приложения написана на языке программирования C#; клиентская часть приложения написана на языке программирования JavaScript; прошивка специализированного устройства написана на языке программирования C.

Практическая эффективность/значимость работы: результаты, разработанные в магистерской диссертации, имеют высокую теоретическую и практическую значимость как для организаций, проводящих экологический мониторинг, так и для населения.

В будущем планируется доработка пользовательского интерфейса и увеличение количества наблюдаемых метеорологических показателей.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Веб-сервис – это программное обеспечение (автономные модули), которое опубликовано в сети Интернет, выполняющее определенные действия на запросы пользователей.

Мониторинг – это долгосрочное измерение и наблюдение за каким-либо показателем, а также его (показателя) прогноз и оценка.

Датасет – обработанный и структурированный набор из логических записей.

MVC (Model-View-Controller) – архитектурный паттерн, разделяющий данные приложения, пользовательский интерфейс и управляющую логику на три отдельных компонента: модель, представление и контроллер.

HTML (HyperText Markup Language) – язык разметки гипертекста в Интернете.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол прикладного уровня передачи данных, используемый для передачи ресурсов гипермедиа документов (HTML), не хранящий никаких данных между запросами.

База данных (БД) – совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимая от прикладных программ [1].

СУБД (Система Управления Базами Данных) – программное обеспечение, предназначенное для управления данными в БД.

Объектно-ориентированное программирование (ООП) – методология программирования, основанная на представлении программы в виде совокупности объектов, каждый из которых является экземпляром класса.

C# – объектно-ориентированный и строготипизированный язык программирования.

JS (JavaScript) – динамический и объектно-ориентированный язык программирования.

jQuery – кроссплатформенная библиотека, предназначенная для упрощения обхода и манипулирования деревом HTML.

Cookie (куки) – текстовые файлы, созданные браузером с небольшими фрагментами данных, позволяющие идентифицировать пользователя.

Header (хедер) – блок в верхней части страницы сайта.

Контроллер – специализированный класс, который отвечает за обработку данных, входящие запросы и применяющий общие наборы правил (например, маршрутизация, авторизация).

Логирование – процесс записи входных данных, процессов, выходных данных и конечных результатов.

Лог-файл – файл, который содержит записи действий на серверах, приложениях и т.д.

Цветовой круг Иттена – круговая схема взаимосвязи оттенков и цветов между собой [2].

Язык программирования (ЯП) – язык, предназначенный для написания компьютерных программ.

Адсорбция – поглощение какого-либо вещества из газообразной среды поверхностным слоем твердого тела.

Оглавление

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	11
Введение.....	17
Глава 1. Мониторинг состояния окружающей среды	19
1.1 Индекс качества воздуха	19
1.2 Основные элементы систем мониторинга	20
1.3 Обзор аналогов систем мониторинга воздуха.....	20
1.4 Описание функциональных требований.....	21
1.5 Определение требований.....	23
1.6 Описание выбранных средств разработки	24
Выводы по главе «Мониторинг состояния окружающей среды».....	26
Глава 2. Проектирование и реализация веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды	27
2.1 Карта веб-сервиса.....	27
2.2 Описание процесса загрузки датасета	27
2.3 Классы веб-сервиса	30
2.4 Проектирование БД.....	30
2.5 Реализация веб-сервиса	31
2.5.1 Главная страница.....	32
2.5.2 Страница хронологического графика	34
2.5.3 Страница загрузки датасета	35
2.5.4 Страница собственной истории загрузок	37
2.5.5 Страница истории загрузок пользователей	38
2.5.6 Страница истории загрузок определенного пользователя.....	39
2.5.7 Страница личного кабинета	40
2.5.8 Страница авторизации	41
2.5.9 Страница контактной информации	41
2.5.10 Страница новостей.....	42
2.5.11 Страница ошибки	44
2.5.12 Логирование действий	45

2.6	Прибор для мониторинга основных метеорологических показателей.....	46
2.6.1	Замеряющий элемент.....	46
2.6.2	Схема собранного специализированного устройства	48
2.6.3	Прошивка специализированного устройства и формируемый файл.....	49
2.6.4	Поверка прибора	51
	Выводы по главе «Проектирование и реализация веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды».....	53
	Глава 3. Тестирование веб-сервиса	54
3.1	Тестирование интерфейса при изменении разрешения экрана.....	54
3.2	Проверка на кроссбраузерность	57
3.3	Модульное тестирование.....	60
	Выводы по главе «Тестирование веб-сервиса».....	61
	Глава 4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	62
4.1	Предпроектный анализ	63
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	63
4.1.2	Анализ конкурентных решений.....	64
4.1.3	SWOT-анализ.....	66
4.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	69
4.1.5	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	70
4.2	Инициация проекта	71
4.2.1	Цели и результаты проекта	71
4.2.2.	Организационная структура проекта	72
4.2.3	Ограничения и допущения проекта.....	73
4.3	Планирование управления научно-техническим проектом.....	74
4.3.1	Иерархическая структура работ проекта.....	74
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	75
4.3.3	План проекта.....	76
4.4	Бюджет научного исследования	76

4.4.1 Расчет материальных затрат исследования	77
4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование	77
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	79
4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	80
4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	81
4.4.6 Накладные расходы.....	82
4.4.7 Реестр рисков проекта	83
4.4.8 Оценка научного уровня.....	84
Выводы по главе «Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения».....	87
Глава 5. Раздел «Социальная ответственность»	88
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны).....	88
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	89
5.2 Производственная безопасность.....	91
5.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны	92
5.2.2 Повышенный уровень шума	95
5.2.3 Повышенная или пониженная влажность воздуха и напряженность электрического поля	96
5.2.4 Перегрузки	98
5.3 Экологическая безопасность.....	98
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	99
Выводы по главе «Социальная ответственность»	102
Заключение	103
Conclusion.....	106
Список публикация и достижений	109
Список используемой литературы	110
Приложение А	114

Приложение Б – Диаграмма вариантов использования пользователей веб-сервиса.....	127
Приложение В – Получение списка измерений с учетом наложенного фильтра	128
Приложение Г – Подтверждение записи измерения	129
Приложение Д – Диаграмма классов	130
Продолжение приложения Д – Диаграмма классов	131
Приложение Е – Трудоемкость выполнения работ	132
Приложение Ж – Календарный план-график выполнения ВКР	133
Приложение И – Obtaining measurements from sensors	134
Приложение К – Confirmation of measurement recording	135

Введение

Роль чистого воздуха в жизни людей сложно недооценить, т.к. он является главным фактором влияния на здоровье населения и экологического состояния Земли. На сегодняшний день тема экологического состояния окружающей среды выходит на первый план, многие страны мира, в том числе, и Россия, разрабатывают и внедряют системы мониторинга состояния окружающей среды. К большому сожалению, загрязненный воздух беспрепятственно преодолевает огромные расстояния от источника загрязнения, будь то предприятие, город или страна, что делает эту проблему общей для всего населения Земли. Поэтому возникает высокая необходимость мониторинга ситуации, т.к. это становится важнейшей задачей в условиях изменения климата и роста воздействия человека на природу.

Существует множество различных систем экологического мониторинга, позволяющих собирать и анализировать поступающую информацию в виде метеорологических данных в динамике, а также информировать людей о состоянии воздуха в атмосфере. Процесс создания и развертывания таких систем является очень трудоемким процессом, который влечет за собой существенные затраты из региональных и муниципальных бюджетов. Для сокращения затрат предлагается использовать современные информационные технологии. Актуальность данного направления заключается в том, что при использовании высоких технологий удастся своевременно выявить крупные и локальные проблемы, связанные с загрязнением атмосферы и ухудшении экологической обстановки в целом.

Зачастую, статистика, собранная разными организациями в Российской Федерации, является разрозненной и не предоставляет полные данные об экологической ситуации, что ограничивает понимание реальной обстановки, поэтому наличие автоматизированной системы мониторинга воздуха позволит решить данную проблему.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование, разработка и тестирование веб-сервиса, ориентированного на определение

состояния окружающей среды и способного произвести оценку собранных данных, предоставить необходимую информацию в удобном формате конечному пользователю. Совокупность предоставления регулярной, своевременной и достоверной информации, с помощью которой возможно отслеживать динамику изменения показателей, является главной задачей.

Таким образом, данная работа имеет высокую теоретическую и практическую значимость как для организаций, проводящих экологический мониторинг, так и для населения.

Глава 1. Мониторинг состояния окружающей среды

Мониторинг окружающей среды – это совокупность регулярного контроля, наблюдений, описываемая по неизменяемой программе для оценивания состояния окружающей среды [3].

Любая система мониторинга экологической обстановки обязательно должна накапливать информацию со снятых показаний с различных источников, имеющих достаточную точность, для предоставления корректных результатов.

Большинство комплексов мониторинга акцентируют свое внимание на наиболее распространенных и опасных загрязняющих окружающую среду веществах, т.к. они нуждаются в постоянном наблюдении. Для систем контроля качества воздуха наиболее востребовано отслеживание следующих веществ, микрочастиц: оксид углерода, азот, диоксид серы, озон, пыль, азот, PM_{2.5} (мелкодисперсная частица), а также индекс качества воздуха.

1.1 Индекс качества воздуха

Все мировые и государственные экологические органы (Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Всемирная организация здравоохранения и т.д.) используют для численной оценки качества воздуха показатель AQI (Air Quality Index) – это числовая шкала, используемая для отчетов о качестве воздуха с точки зрения здоровья человека и окружающей среды, в понятных обозначениях для широкой общественности [4]. Для понятного восприятия введено ранжирование данного показателя. Каждому уровню (категории) присвоен свой цвет, начиная от зеленого, заканчивая темно-бордовым, где зеленый является безопасным, темно-бордовый – стихийным бедствием. Для каждой категории риска имеются определенные рекомендации (таблица 1). Высокий уровень AQI означает повышенное загрязнение воздуха и серьезную угрозу для здоровья [5].

Таблица 1 – Категории значения индексов AQI

Значение индекса	Описание	Цвет
0-50	Хорошо	Зеленый
51-100	Умеренный	Желтый
101-150	Вредно для чувствительных групп	Оранжевый
151-200	Нездоровый	Красный
201-300	Очень вредно для здоровья	Фиолетовый
301-500	Опасный	Темно-бордовый

Сама количественная величина рассчитывается на основе пяти загрязняющих веществ: озон (O_3), взвешенные частицы (PM), окись углерода (CO), оксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_2).

1.2 Основные элементы систем мониторинга

Проведение всесторонней оценки «гигиены» окружающей среды требует выявления и отслеживание конкретного характера загрязнения. Получение подобной информации позволяет получить степень воздействия на здоровье населения и основу для принятия тщательно продуманных решений. Сбор данных проводится в специализированных постах: стационарный пост (метеостанция) и передвижной пост (специализированный автомобиль или иное средство передвижения). Контроль качества воздуха производится в химико-аналитической лаборатории. Обработка, хранение и анализ предоставленной информации с постов происходит в информационно-аналитическом центре – это программно-аппаратный комплекс.

1.3 Обзор аналогов систем мониторинга воздуха

На данный момент существует ряд геоинформационных проектов, способных выполнять мониторинг окружающей среды и предоставлять актуальные метеорологические данные, а также формировать рекомендации для пользователей.

Например, в Красноярском крае функционирует локальная система мониторинга атмосферы, использующая данные с различных источников, располагающихся в городе Красноярске [6].

Совместная разработка новосибирских и московских исследователей, разработчиков системы контроля качества воздуха «CityAir», при грантовой поддержке Фонда «Сколково», предоставляет инструменты расчета и непрерывного прогнозирования состояния воздушной среды по следующим показателям: AQI, аэрозольные частицы PM2.5 и PM10, также температура, давление и влажность [7].

Разработка компании ООО «РусГИС Технологии» геоинформационный сервис «Воздух», позволяющий осуществлять обширный мониторинг с помощью мобильных установок [8].

Следует упомянуть, о швейцарской компании IQAir, разработавшей веб-сервис «IQAirmap», который предоставляет информацию о загрязнении атмосферного воздуха по ключевым показателям [9].

Также, некоммерческом веб-сервисе «World's Air Pollution», работающем совместно с ООН и всемирной организацией здравоохранения [10].

В разделе «Финансовый менеджмент» представлена более подробная информация о функционале некоторых аналогов и произведено сравнение их конкурентоспособности.

1.4 Описание функциональных требований

Исследование предметной области позволило выделить три роли: администратор, авторизованный и неавторизованный пользователи. К каждой роли были предъявлены функциональные требования.

Неавторизованный пользователь должен иметь возможность:

- зарегистрироваться в системе;
- авторизоваться;

- просматривать карту, графики и статистику, отображающие актуальное состояние и динамику во временном интервале окружающей среды;
- скачать данные выбранного экологического показателя в заданном диапазоне;
- просматривать информацию о проекте, контактную информацию и новости.

Авторизованный пользователь должен иметь возможность:

- просматривать карту, графики и статистику, отображающие актуальное состояние и динамику во временном интервале окружающей среды;
- скачать данные выбранного экологического показателя в заданном диапазоне;
- загружать датасет с показаниями датчика;
- просматривать историю собственных загрузок;
- просматривать информацию о проекте, контактную информацию и новости;
- доступа к личному кабинету с возможностью редактировать личную информацию;
- выйти из системы.

Администратор должен иметь возможность:

- утверждать/отвергать пользовательские загрузки и вносить изменения в наименовании станции и города, в которых производились измерения;
- просматривать карту, графики и статистику, отображающие актуальное состояние и динамику во временном интервале окружающей среды;
- скачать данные выбранного экологического показателя в заданном диапазоне;
- добавлять/редактировать и удалять новости;
- загружать датасет с показаниями датчика;
- просматривать историю собственных загрузок и остальных пользователей;

- доступа к личному кабинету с возможностью редактировать личную информацию;
- просматривать информацию о проекте, контактную информацию и новости;
- редактировать/удалять/создавать новости;
- выйти из системы.

Функционал всех перечисленных пользователей продемонстрирован на диаграмме вариантов использования [11] в приложении Б.

1.5 Определение требований

Разрабатываемый веб-сервис должен удовлетворять нижеуказанным требованиям:

- возможность доработки, поддержки в течении всего жизненного цикла веб-сервиса (исправление ошибок, увеличение функционала), другими словами должен быть «открытым»;
- должен работать во всех популярных веб-браузерах;
- надежность – при вводе данных, работа веб-сервиса должна оставаться стабильной и оказывать вспомогательную функцию в виде подсказок;
- отказоустойчивость – во время возникновения ошибки, система должна гарантировать работоспособное состояние;
- быстродействие – работа всего приложения, начиная от перехода между страницами, заканчивая расчетами и выводом информации, должна выполняться за приемлемое время;
- эргономичность – эксплуатация веб-сервиса должна быть интуитивно понятна и удобна, для всех конечных пользователей, не беря в расчет их квалификацию.

1.6 Описание выбранных средств разработки

Реализация проекта должна выполняться с помощью современных инструментов, способных эффективно и в полной мере решить ту или иную поставленную задачу. Для разработки серверной части веб-сервиса был выбран язык программирования (ЯП) C# и платформа ASP.NET Core MVC, имеющая интеллектуальный обработчик программного кода динамических веб-страниц Razor [12].

В таблице 2 показано обоснование выбора языка программирования для серверной части.

Таблица 2 – Сравнение языков программирования

Метрика	Вес метрики	C#	PHP	Python	Java
Наличие опыта работы с ЯП	0.4	10	1	2	3
Скорость разработки	0.3	10	5	6	6
Отказоустойчивость реализованного приложения	0.2	7	7	8	8
Производительность	0.1	8	7	7	8
Сумма	1	9.2	4	4.9	5.4
Результат, %		92%	40%	49%	54%

Для разработки клиентской части веб-сервиса была выбрана библиотека jQuery вместе с библиотекой jQuery-UI, которая является надстройкой поверх библиотеки JS jQuery, а также библиотека Chart.js предназначенная для создания графиков.

В таблице 3 показано обоснование выбора библиотеки для клиентской части.

Таблица 3 – Сравнение библиотек для клиентской части приложения

Метрика	Вес метрики	JS, jQuery	JS, React	JS, AngularJS	Vue.js
Наличие опыта работы с ЯП	0.4	10	3	4	3
Скорость разработки	0.3	10	5	4	3
Производительность	0.2	9	7	7	9
Низкий порог входа	0.05	7	6	6	7
Размер библиотеки	0.05	7	4	2	10
Сумма	1	9.5	4.6	4.6	4.75
Результат, %		95%	46%	46%	47.5%

Для отображения карты на веб-странице выбран веб-геосервис JS API Яндекс.Карты.

В таблице 4 показано обоснование выбора веб-геосервиса.

Таблица 4 – Сравнение веб-геосервисов для отображения карты

Метрика	Вес метрики	Яндекс. Карты	Google Maps	OpenStreet-Map	2ГИС
Наличие опыта работы с геосервисом	0.4	8	7	8	5
Скорость разработки	0.3	10	9	7	7
Удобная документация	0.2	9	9	7	7
Низкий порог входа	0.1	9	8	8	7
Производительность	0.05	9	8	7	7
Сумма	1	9.35	8.5	7.85	6.55
Результат, %		93.5%	85%	78.5%	65.5%

По результатам анализа представленном в таблицах 2-4 видно, что главными преимуществами выбора являются наличие опыта работы и скорость разработки.

Шкала оценок:

- «10-9» – отлично;
- «8-6» – хорошо;
- «5-3» – удовлетворительно;

- «2-0» – неудовлетворительно.

Для подсчета суммарной оценки технологии с учетом веса, использована следующая формула:

$$\text{Сумма} = \sum_{i=1}^n (\text{вес метрики} * \text{оценка технологии}), \quad (1)$$

где n – количество технологий.

В качестве СУБД для веб-сервиса был выбран MS SQLServer [13].

По результатам анализа и составления функциональных требований, определен необходимый функционал веб-сервиса, который технически удовлетворяет пользователей. Учитывая будущие возможности сервиса, определены средства разработки, с помощью которых удастся реализовать весь перечисленный функционал, согласно графику работ.

Выводы по главе «Мониторинг состояния окружающей среды»

В результате анализа предметной области были:

- Рассмотрены и проанализированы существующие аналоги систем мониторинга воздуха.
- Сформулированы функциональные и нефункциональные требования к веб-сервису.
- Выполнен выбор средств разработки веб-сервиса.

Глава 2. Проектирование и реализация веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды

2.1 Карта веб-сервиса

На рисунке 1 представлена карта веб-сервиса [14], на которой изображены возможные перемещения по используемым веб-страницам. Двухнаправленная «стрелка» (без указателя) обозначает возможность перехода между страницами в обе стороны.



Рисунок 1 – Карта веб-сервиса

На рисунке 1 нарочно пропущены связи перехода между страницами из разных логических блоков в блоки, находящиеся в прямом ответвлении от «Веб-сервис», так, например, есть возможность перехода от страницы «История загрузок пользователя» к «Личный кабинет». Данная возможность отсутствует только у страниц «Регистрация» и «Авторизация».

2.2 Описание процесса загрузки датасета

Для понимания процесса загрузки датасета построена диаграмма деятельности [15]. Рисунок 2 демонстрирует процесс загрузки датасета

содержащий показания с датчика на веб-сервис. Активатором процесса является авторизованный пользователь или администратор. Окончание – сообщение пользователю о статусе загрузке (успешно/неуспешно).

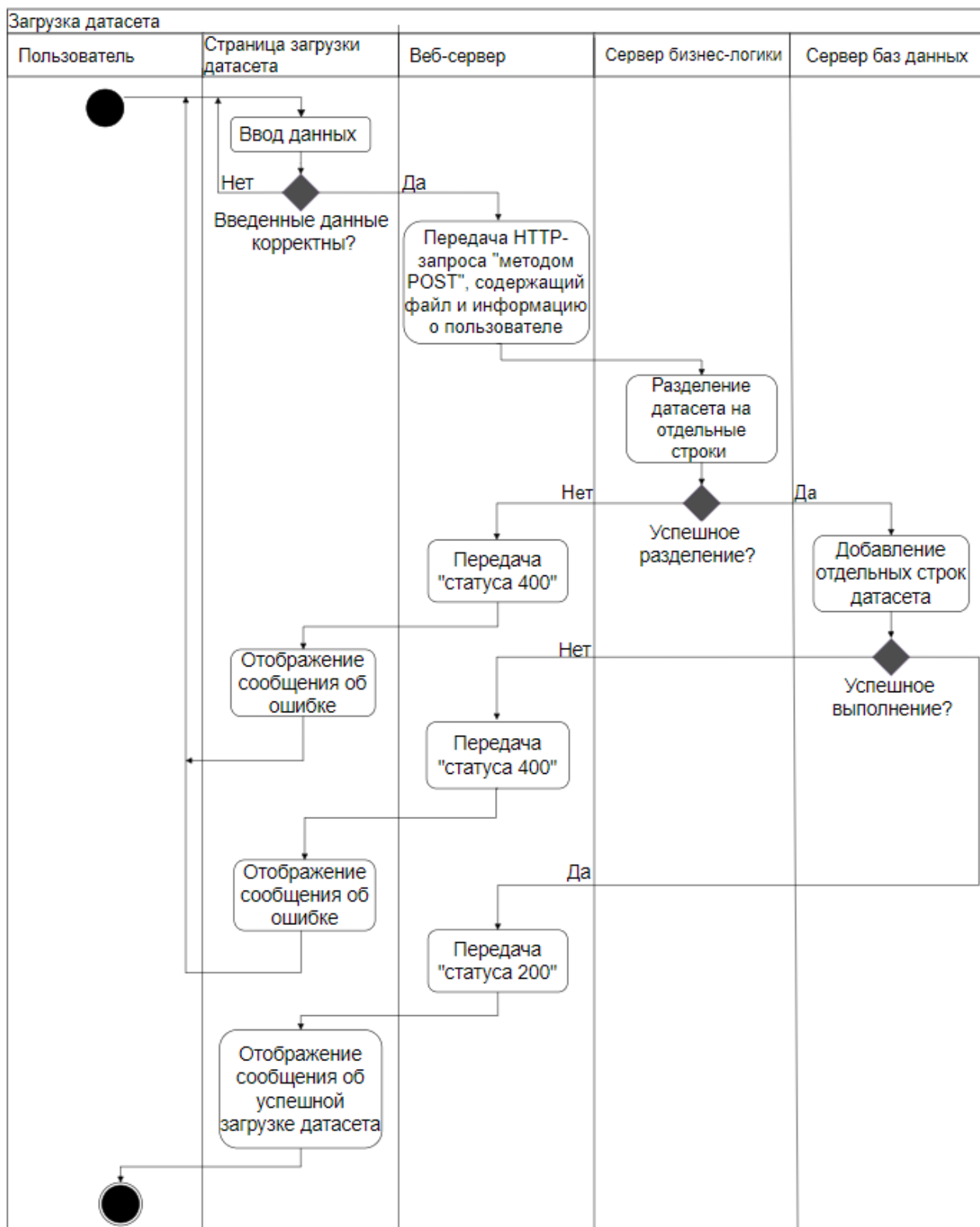


Рисунок 2 – Процесс загрузки и обработки загружаемого датасета

Для визуализации содержания, загруженного датасета, необходима страница с выводом истории. Поскольку количество загружаемых измерений в одном загружаемом файле может достигать большого количества, необходима фильтрация для удобного восприятия информации.

В момент нажатия на веб-страницу «История» применяется фильтр по умолчанию, отображающий все записи измерений. У пользователя, как уже упоминалось, в рабочем функционале имеется возможность фильтрации. При применении которого формируется HTTP-запрос методом POST, в котором передаются непосредственные настройки фильтра. Данный запрос передается через веб-сервер и сервер бизнес-логики к серверу баз данных, где происходит получение «запрошенных» записей. В качестве ответа на страницу «История» будет передан запрошенный список измерений или сообщение об ошибке, в случае непредвиденной ситуации.

В приложении В приведена диаграмма последовательности [16] для демонстрации получения записей, содержащих измерения с датчиков.

Сохраненные данные показаний с замеряющего прибора попадают в БД, однако, при загрузке авторизованным пользователем они не будут учитываться в расчетах и отображении, пока записи не подтверждены администратором. Процедура подтверждения администратором необходима, т.к. это обеспечивает дополнительную проверку загруженных данных. Также по своему усмотрению администратор может отклонить отдельную запись, в этом случае, измерение перестает учитываться во всех расчетах и отображениях.

При подтверждении на странице «История загрузок пользователя» отдельного измерения формируется HTTP-запрос методом POST, в котором передается уникальный идентификатор записи. Подобно описанию выше, формируется запрос в БД, где применяется соответствующее изменение.

В приложении Г приведена диаграмма последовательности для демонстрации подтверждения отдельной записи, содержащая измерение отдельного показателя с замеряющего устройства.

2.3 Классы веб-сервиса

Для отражения внутренней структуры программы в приложении Д приведены диаграммы классов, на которых отображены основные классы, интерфейсы и их связи.

Классы «AdminController» и «HomeController», «ErrorController» относятся к веб-серверу приложения, они (контроллеры) принимают все запросы, поступающие с клиентской части и формируют ответы на запросы.

Классы «UserService», «EcologyService» и «ViewRenderService», «ExcelService» относятся к серверу бизнес-логики и реализуют основной функционал веб-сервиса. Класс «ViewRenderService» используется исключительно для конвертации представления (один из компонентов модели MVC) в строку, для помещения в «тело» ответа веб-сервера на запрос через JSON-файл.

Класс «AirSystemDBContext» – это контекстный класс, в котором сопоставлены сущности и отношения, которые были определены в модели БД.

2.4 Проектирование БД

Для хранения данных веб-сервиса в качестве СУБД был выбран MS SQLServer. На рисунке 3 изображена логическая модель предметной области.

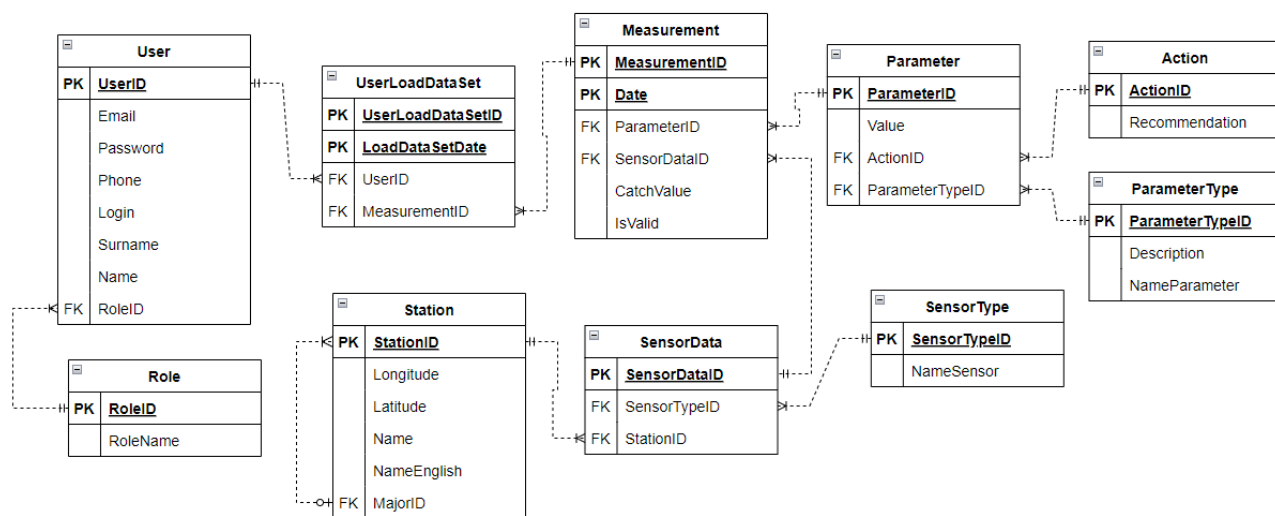


Рисунок 3 – Логическая модель БД

Данная структура состоит из:

- Role – сущность, содержащая информацию о ролях веб-сервиса.
- User – сущность, содержащая информацию о пользователях.
- UserLoadDataSet – сущность, содержащая информацию о загрузках датасета пользователями.
- Measurement – сущность, содержащая информацию о фактических (снятых) значениях со специализированного устройства.
- Parameter – сущность, содержащая информацию об интервальных значениях показателей и соответствующих рекомендуемых действиях.
- Action – сущность, содержащая конкретные рекомендуемые действия.
- ParameterType – сущность, содержащая наименования наблюдаемых показателей.
- SensorData – сущность, описывающая измеряемые датчики.
- SensorType – сущность, содержащая наименования датчиков.
- Station – сущность, содержащая информацию о населенных пунктах и станциях на которых производились замеры.

2.5 Реализация веб-сервиса

В современных веб-приложениях, важную роль играет пользовательский интерфейс. Следовательно, для интерфейса необходимо установить следующие общие требования для всех страниц:

- интерфейс должен быть приближен к минималистическому стилю;
- необходимо использовать одну цветовую схему;
- нужно настроить адаптивный дизайн для наиболее востребованных разрешений экрана;
- должен поддерживаться удобный ввод данных, информативный вывод отображаемых данных и подсказки при допущении ошибок.

2.5.1 Главная страница

Главная страница веб-сервиса отображена на рисунках 4, 5. На данной странице, как и на всех остальных (кроме страницы регистрации, авторизации) размещен хедер (верхний блок части страницы сайта) и меню, его расположение зависит от разрешения экрана, слева, как видно на рисунке 4 и сверху – рисунок 5.

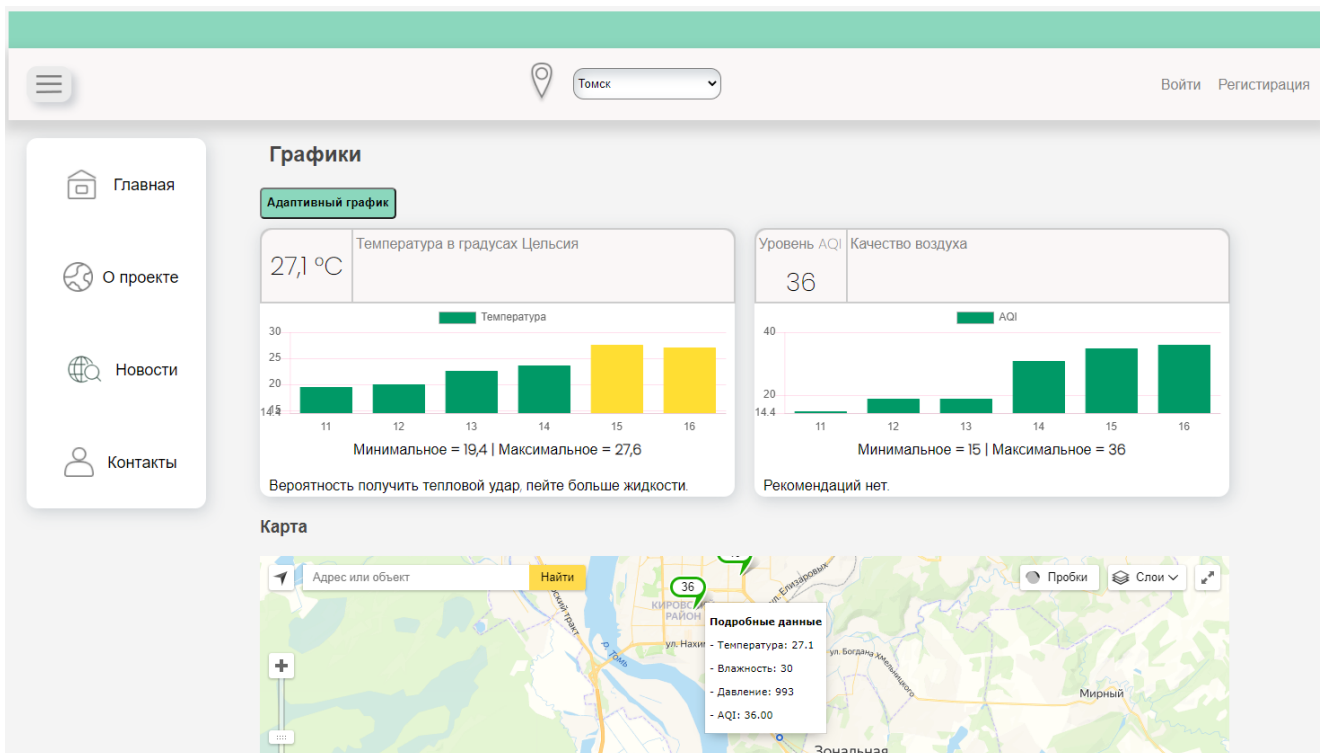


Рисунок 4 – Главная страница веб-сервиса

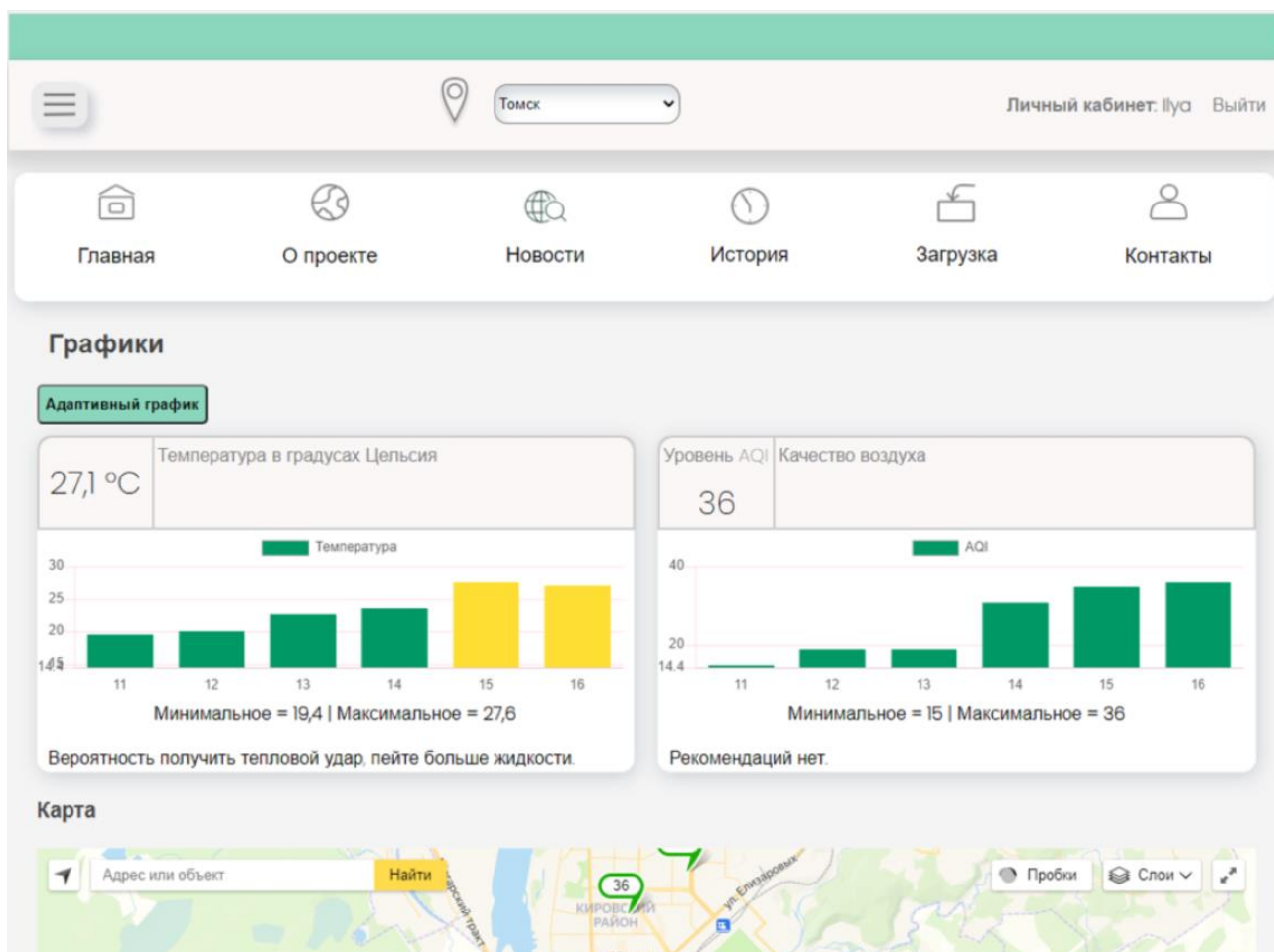


Рисунок 5 – Главная страница веб-сервиса при уменьшении разрешения экрана

Наполнение «хедера» зависит от того авторизован ли пользователь или нет, если пользователь не авторизовался, справа в верхней части страницы, находятся ссылки на страницы авторизации и регистрации (рисунок 4), иначе располагаются ссылки на личный кабинет и выход из системы (рисунок 5).

Данная страница включает:

- кнопку перехода на страницу хронологического графика;
- виджеты содержащие в себе: текущее (актуальное) значение и наименование параметра измерения в верхней части; в средней части виджета отображается график со значениями измерения (ось X – время в часах, ось Y – значение показателя в конкретный час), в зависимости от количественной величины измерения колонка перекрашивается в тот или иной цвет; в нижней части виджета располагается краткая информация по графику, а именно, максимальное и минимальное значение, и рекомендации при текущей экологической ситуации;

- карту местности на которой располагаются метки, где были сняты замеры. При наведении на метку отображается актуальная детальная информация по всем замеренным показателям.

2.5.2 Страница хронологического графика

На рисунке 6 отображена страница хронологического графика, переход на которую возможен только из главной страницы.

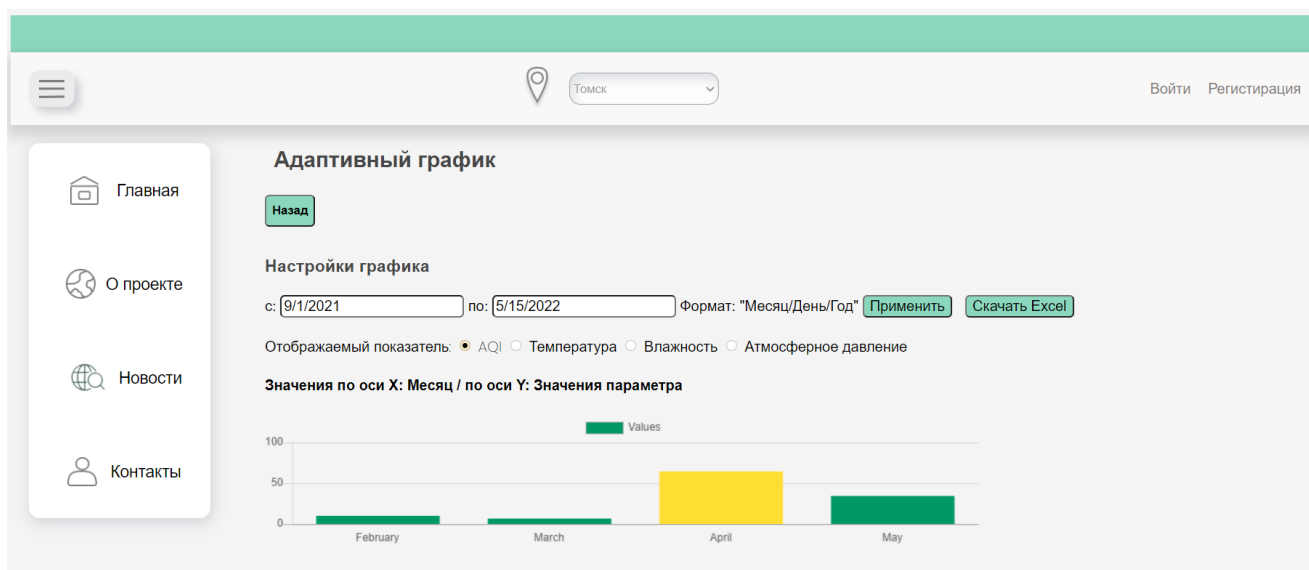


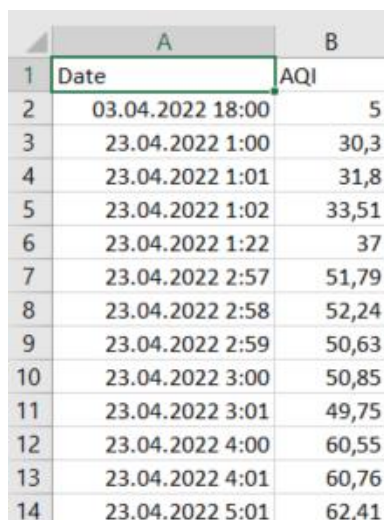
Рисунок 6 – Страница адаптивного графика

Данная страница включает:

- кнопку возврата на главную страницу;
- два текстовых поля, при нажатии на которые всплывает календарь с установленной датой, введенной в текстовом поле, с помощью которого имеется возможность выбрать доступную дату. Система запретит ввод «некорректных» символов и установку левого интервала меньшего чем значение правого интервала; кнопки применения введенного временного диапазона;
- панель выбора отображаемого показателя для которого построится график;
- график со значениями выбранного показателя, значения по оси X меняются в зависимости от выбранного интервала (возможные варианты: часы, дни, номер недели, месяцы);

- кнопку скачивания Excel-документа (при нажатии формируется и скачивается файл, в формате csv для указанных настроек).

После нажатия на кнопку скачать сформируется файл со структурой, представленной на рисунке 7. Шаблон наименования скаченного файла: «export_Дата_Время».



	A	B
1	Date	AQI
2	03.04.2022 18:00	5
3	23.04.2022 1:00	30,3
4	23.04.2022 1:01	31,8
5	23.04.2022 1:02	33,51
6	23.04.2022 1:22	37
7	23.04.2022 2:57	51,79
8	23.04.2022 2:58	52,24
9	23.04.2022 2:59	50,63
10	23.04.2022 3:00	50,85
11	23.04.2022 3:01	49,75
12	23.04.2022 4:00	60,55
13	23.04.2022 4:01	60,76
14	23.04.2022 5:01	62,41

Рисунок 7 – Пример скаченного файла

2.5.3 Страница загрузки датасета

На рисунке 8 отображена страница загрузки датасета. Доступ к данной странице доступен лишь авторизованным пользователям.

Личный кабинет: Илус Выйти

Главная О проекте Новости История Загрузка Контакты

Загрузка датасета

Выберите файл Файл не выбран

Выберите одну из представленных станций или введите координаты вручную:

Сибирская, 104

Расположение датчика (долгота)

85.007281

Расположение датчика (широта)

56.482685

Загрузить

Для Вашего удобства, воспользуйтесь определением координат на карте.
Определите местоположение датчика и впишите в соответствующие поля!

[Определение широты / долготы](#)

Рисунок 8 – Страница загрузки датасета

Данная страница включает:

- кнопку загрузки файла, при нажатии на которую откроется проводник;
- вспомогательный выпадающий список, содержащий все доступные станции (при выборе одного из вариантов изменятся значения в текстовых полях на соответствующие значения);
- два текстовых поля, для ввода координат станции;

- кнопку загрузки данных, при нажатии на которую, выполняются проверки на целостность файла и необходимый формат;
- ссылку для определения широты и долготы [17].

В случае возникновения ошибки во время загрузки, на экране отобразится причина ошибки.

2.5.4 Страница собственной истории загрузок

На рисунке 9 отображена страница собственной истории загрузок. Доступ к данной странице доступен лишь авторизованным пользователям.

История загрузок

Временной диапазон: с: 11/28/2021 по: 05/24/2022 Формат: "Месяц/День/Год" Применить Сброс

Фильтры: Все Температура Влажность Давление Качество воздуха Подтвержденные Не подтвержденные

Свернуть все загрузки

Дата загрузки: 28.11.2021

	Город	Станция	Долгота станции	Широта станции	Значение	Параметр	Дата замера	Подтверждено администратором?
1	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	6	Качество воздуха	06.03.2022 0:00:00	Да
2	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	55	Качество воздуха	06.03.2022 1:20:00	Да
3	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	77	Качество воздуха	06.03.2022 11:00:00	Да
4	Томск	Сибирская, 104	85.007281	56.482685	102	Качество воздуха	06.03.2022 18:00:00	Да

Дата загрузки: 08.03.2022

Дата загрузки: 09.03.2022

	Город	Станция	Долгота станции	Широта станции	Значение	Параметр	Дата замера	Подтверждено администратором?
1	Томск	Сибирская, 104	85.007281	56.482685	-15	Температура в градусах Цельсия	08.03.2022 14:00:00	Да
2	Томск	Сибирская, 104	85.007281	56.482685	59	Влажность воздуха в %	08.03.2022 14:00:00	Да

Рисунок 9 – Страница истории собственных загрузок

Наполнение страницы включает:

- кнопку перехода на страницу истории загрузок пользователя (доступна только для администратора);
- два календарных текстовых поля, функционально эквивалентных текстовым полям со страницы адаптивного графика;
- панель фильтров, для настройки вывода таблицы;
- вспомогательные элементы сворачивания отдельных или всех таблиц;

- отфильтрованные таблицы, упорядоченные по дате и содержащие информацию о каждой загрузке.

2.5.5 Страница истории загрузок пользователей

На рисунке 10 показана страница истории загрузок пользователей. Доступ к данной странице доступен лишь администратору.

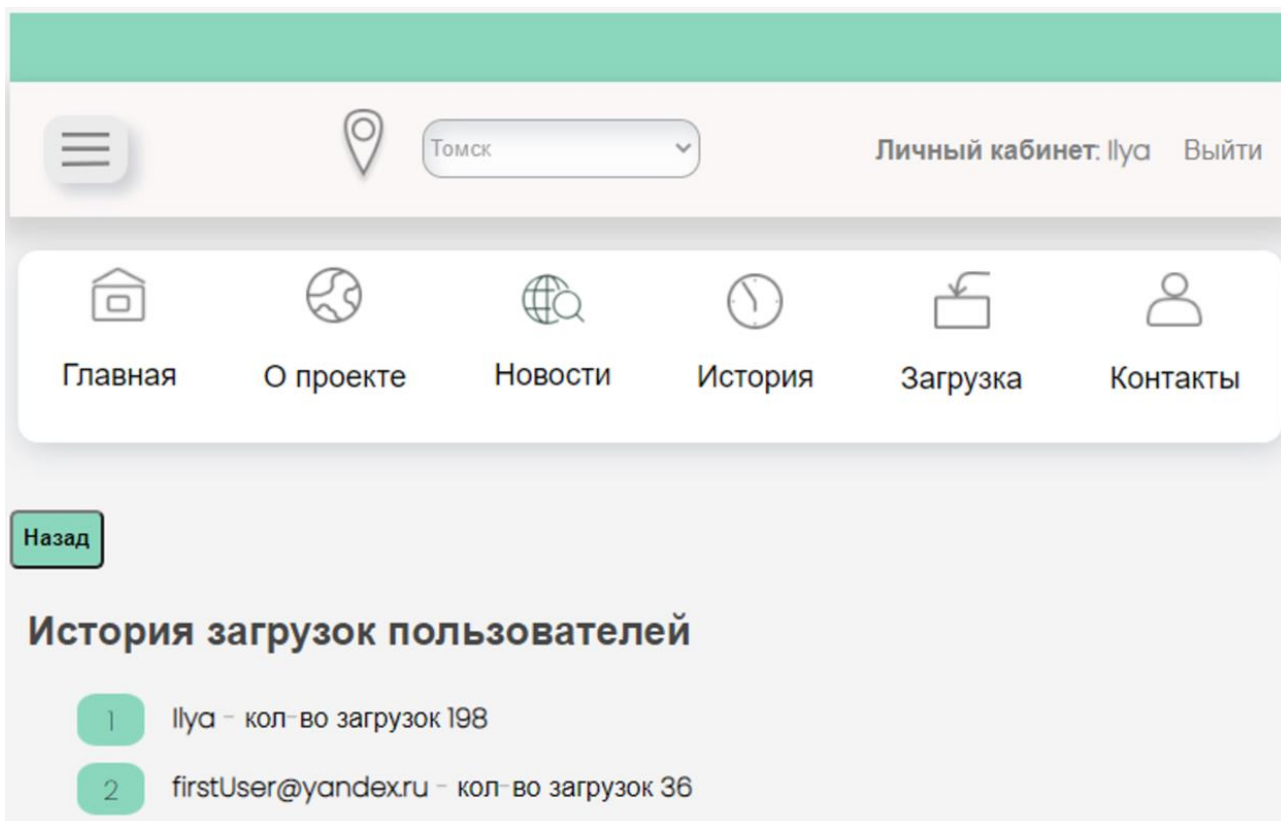


Рисунок 10 – Страница истории загрузок пользователей

Данная страница включает:

- кнопку возврата на собственную историю загрузок;
- список пользователей, совершавших ранее загрузку данных.

2.5.6 Страница истории загрузок определенного пользователя

На рисунке 11 отображена страница истории загрузок определенного пользователя.

История загрузок firstUser@yandex.ru

История загрузок пользователей

Временной диапазон: с: 11/28/2021 по: 05/24/2022 Формат: "Месяц/День/Год" Применить Сброс

Фильтры: Все Температура Влажность Давление Качество воздуха Подтвержденные Не подтвержденные

Свернуть все загрузки

Дата загрузки: 21.02.2022

Дата загрузки: 15.05.2022

	Город	Станция	Долгота станции	Широта станции	Значение	Параметр	Дата замера	Подтверждено администратором?	
1	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	27.53	Температура в градусах Цельсия	15.05.2022 15:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	Сохранить
2	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	25.73	Влажность воздуха в процентах	15.05.2022 15:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	Сохранить
3	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	993.00	Атмосферное давление в Гектопаскалях	15.05.2022 15:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	Сохранить
4	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	30.00	Качество воздуха	15.05.2022 15:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	Сохранить
5	Томск	Карташова, 70	84.9800463060359	56.46917411027307	27.61	Температура в градусах Цельсия	15.05.2022 15:01:00	<input checked="" type="checkbox"/>	Сохранить

Рисунок 11 – Страница истории загрузок пользователя

При загрузке данных администратором, все загружаемые значения автоматически становятся подтвержденными, однако функционал веб-сервиса позволяет отклонить данное подтверждение отдельной записи. Как видно на рисунке 11, имеются текстовые поля в колонках «Город» и «Станция», при внесении изменений и после их сохранения, во всех этих полях данные изменятся, в соответствии с веденными значениями, т.к. снятие показаний происходят с одной станции. Имеется кнопка «История загрузок пользователей» при нажатии на которую отобразится страница, описанная ранее.

2.5.7 Страница личного кабинета

На рисунке 12 отображена страница личного кабинета, доступ на которую возможен только для авторизованных пользователей.

The screenshot shows a web interface for a user profile. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, a location pin icon, a dropdown menu showing 'Томск', and the text 'Личный кабинет: Илья Выйти'. Below this is a horizontal menu with icons and labels for 'Главная', 'О проекте', 'Новости', 'История', 'Загрузка', and 'Контакты'. The main content area is titled 'Личный кабинет' and contains two side-by-side forms. The left form, titled 'Администратор', has fields for 'Адрес эл. почты*' (stupin.il@yandex.ru), 'Телефон' (89969376719), 'Логин*' (Stupin), 'Имя' (Илья), and 'Фамилия' (Stupin). It also shows 'Количество загруженных записей: 198' and a 'Сохранить изменения' button. The right form, titled 'Изменение пароля', has fields for 'Старый пароль*', 'Новый пароль*', and 'Повторите новый пароль*', along with an 'Изменить пароль' button.

Рисунок 12 – Страница личного кабинета

Функционал данной страницы позволяет редактировать личную информацию, путем изменения содержимого текстовых полей. Системой предусмотрено обязательное заполнение полей, помеченных звездочкой, и, в случае пропуска обязательных полей, система сообщит о конкретной ошибке. Также реализована обработка полей при изменении пароля (проверка на пустые поля, одинаковое содержимое нового пароля, корректность введения старого пароля и т.д.).

2.5.8 Страница авторизации

На странице 13 показана страница авторизации, доступ к этой странице имеют только неавторизованные пользователи, содержание интуитивно понятно и не требует пояснений. При нажатии на ссылку «Создайте её» произойдет автоматическая переадресация на страницу регистрации.

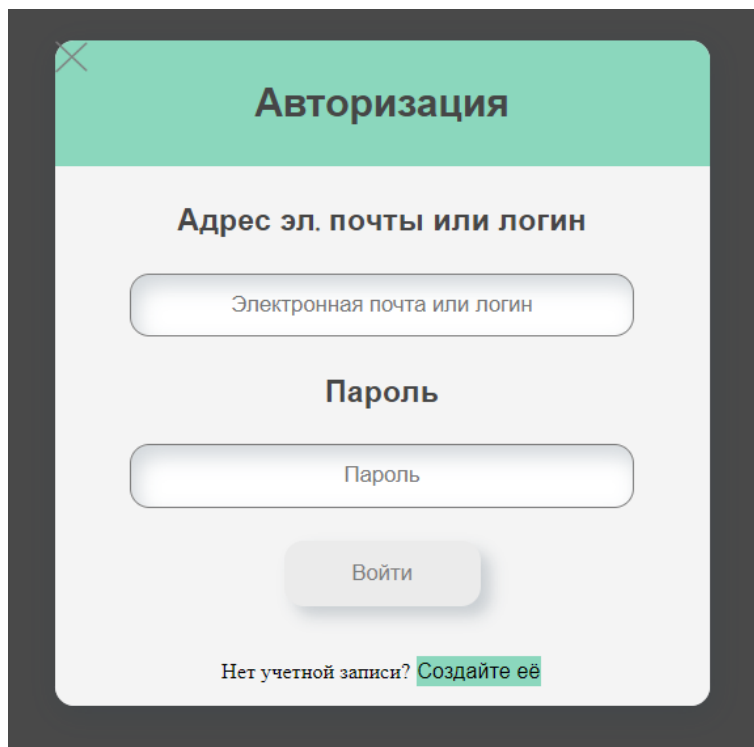


Рисунок 13 – Страница авторизации

2.5.9 Страница контактной информации

На рисунке 14 отображена страница контактной информации, доступ которой доступен любому конечному пользователю, дополнительных пояснений к этой странице не требуется.

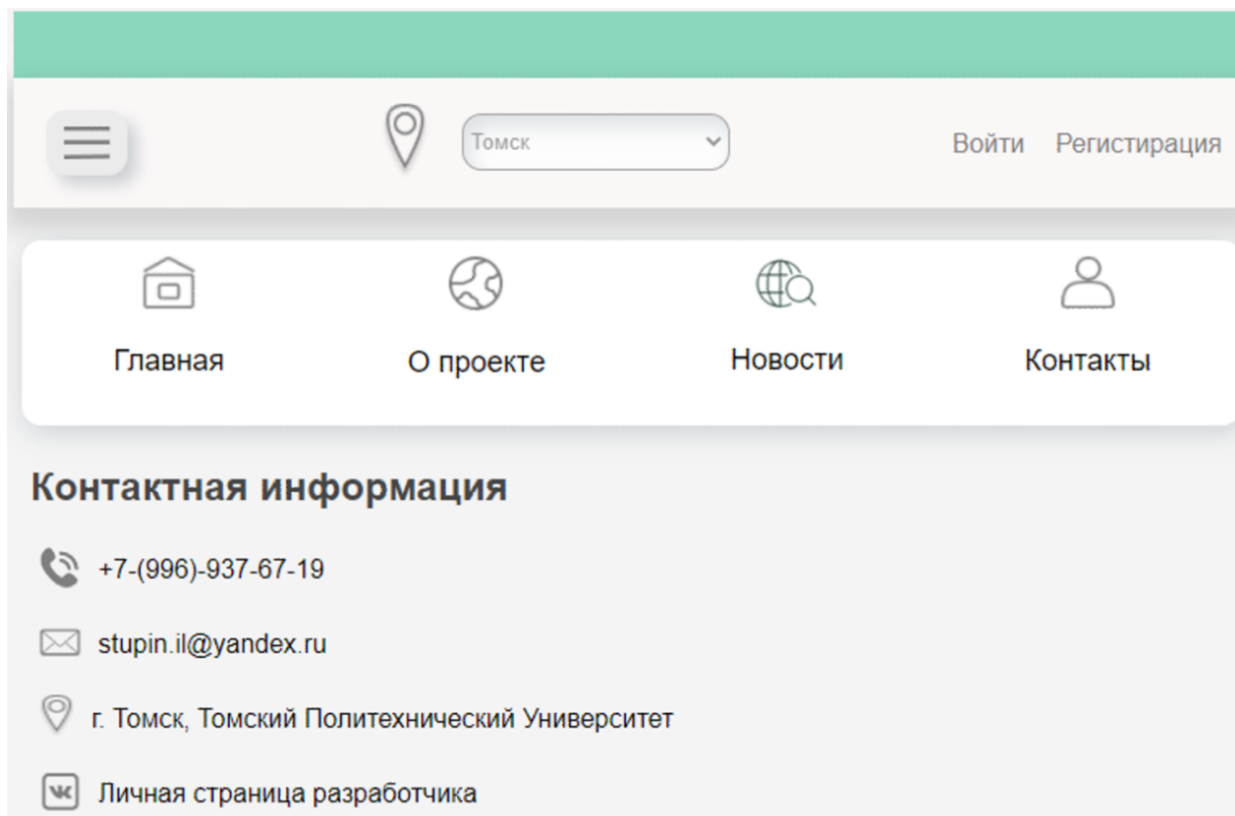


Рисунок 14 – Страница с контактной информацией

2.5.10 Страница новостей

На рисунке 15 отображена страница новостей, доступ которой доступен любому пользователю, при нажатии на ссылку «Подробнее», произойдет переадресация на страницу содержащая полное содержимое новости.

На рисунке 16 отображена страница новостей для администратора.

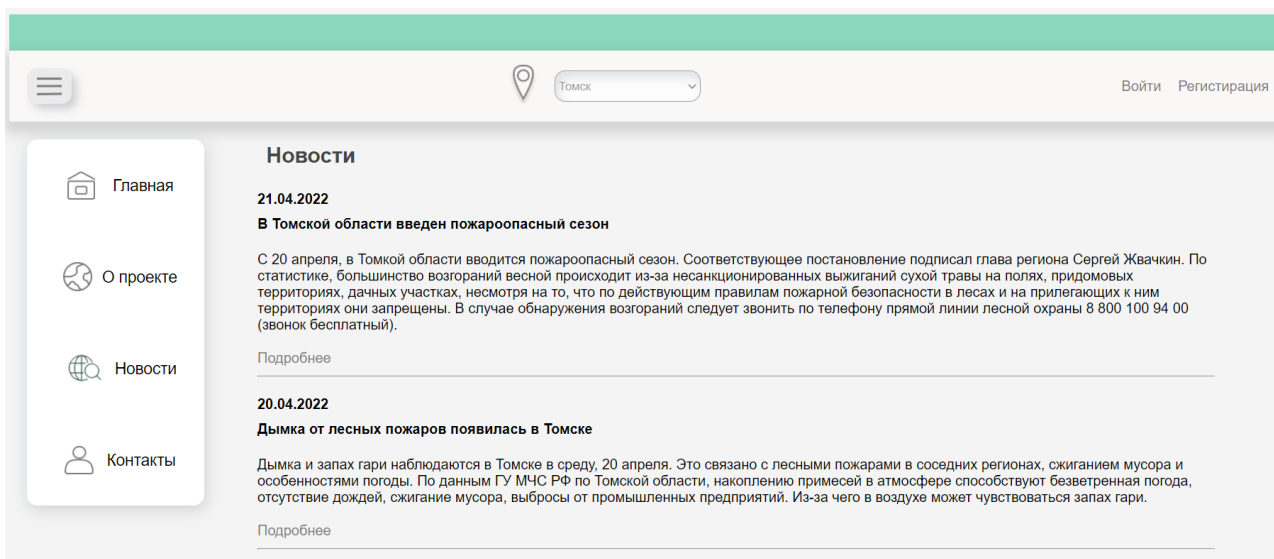


Рисунок 15 – Страница новостей для пользователя

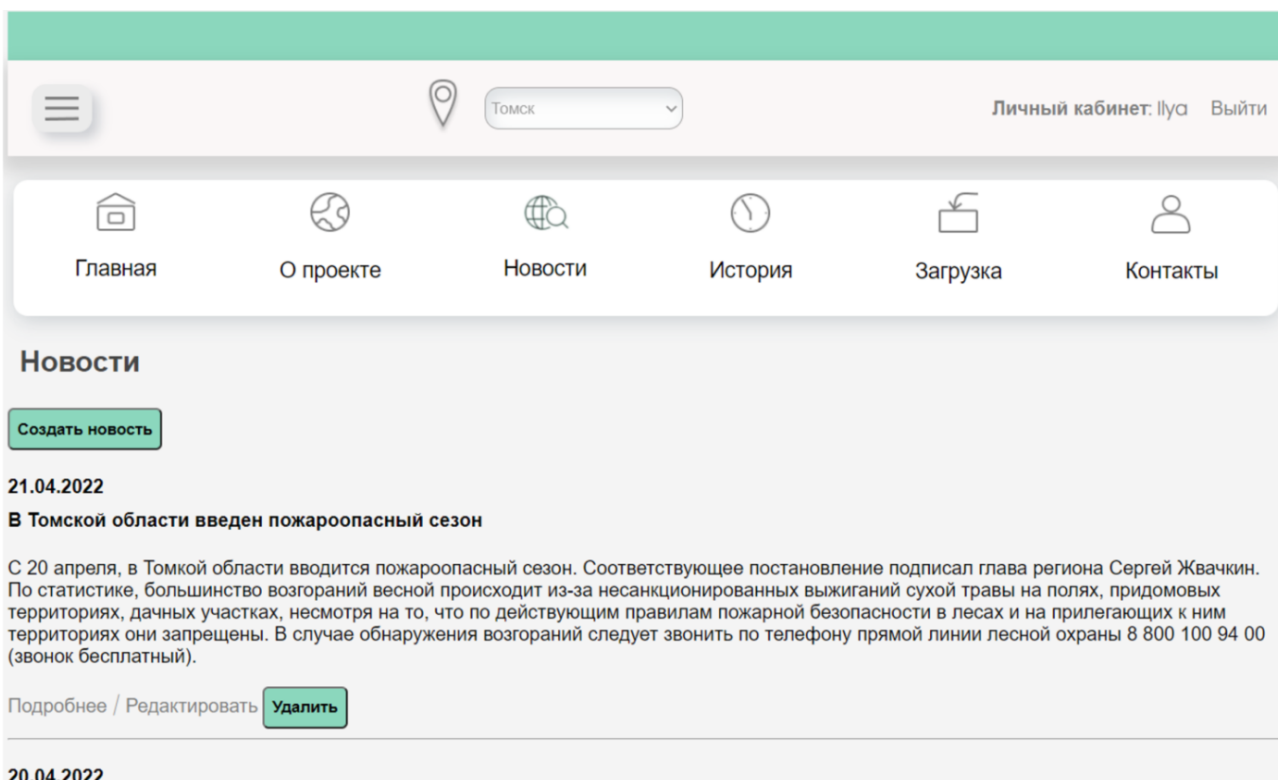


Рисунок 16 – Страница новостей для администратора

При нажатии на кнопку «Создать новость» и «Редактирование» произойдёт переадресация на страницу создания, редактирования новости, соответственно. При нажатии на кнопку «Удалить» произойдет удаление соответствующей новости.

На рисунке 17 отображена страница с конкретной новостью, доступ которой доступен любому пользователю, при нажатии на ссылку «Назад», произойдет переадресация на страницу со списком всех новостей.

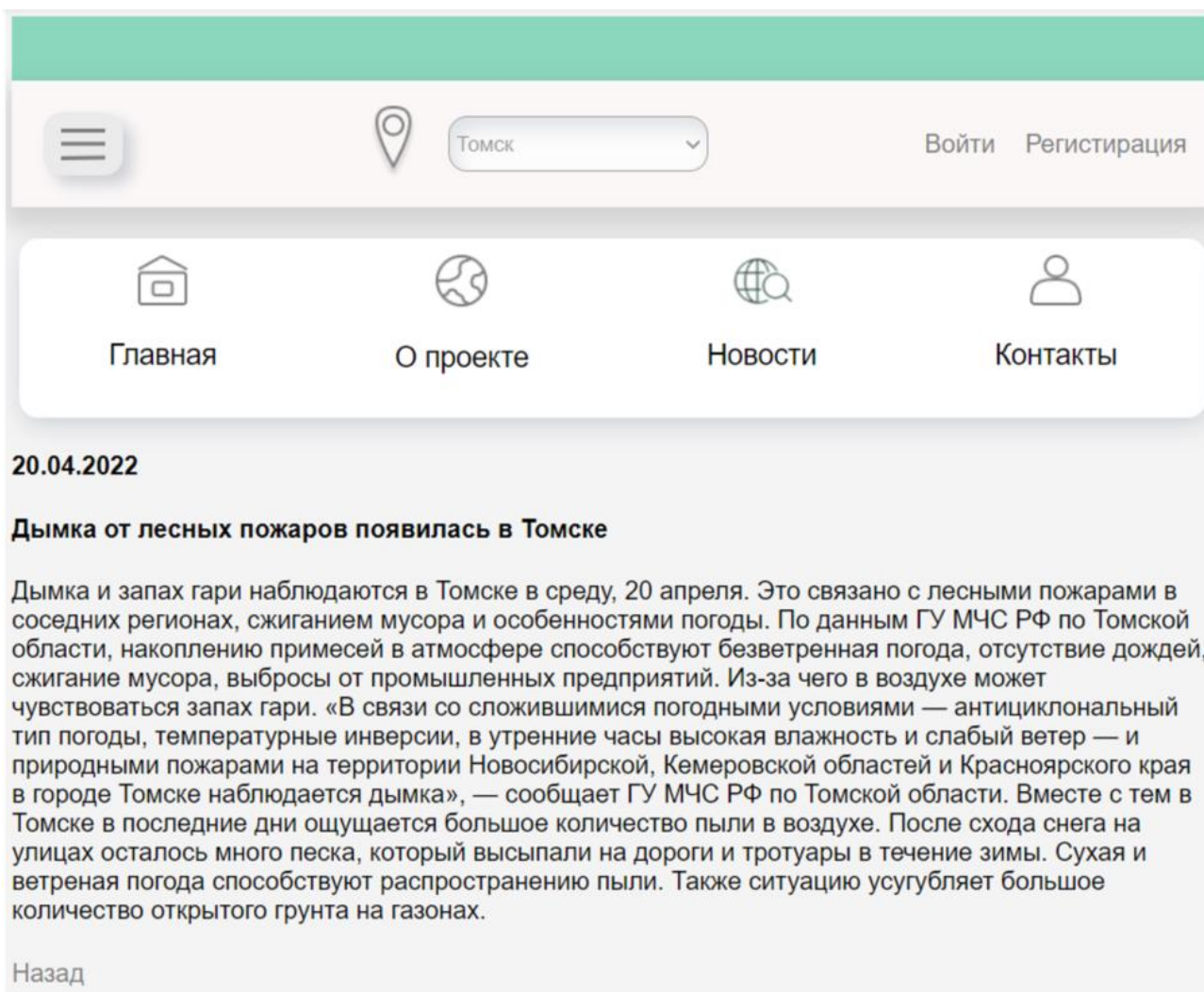


Рисунок 17 – Страница с подробной информацией

2.5.11 Страница ошибки

В случае возникновения любого типа ошибки, пользователь увидит страницу ошибки (рисунок 18), в течении пяти секунд произойдет восстановление сессии и переадресация на главную страницу.

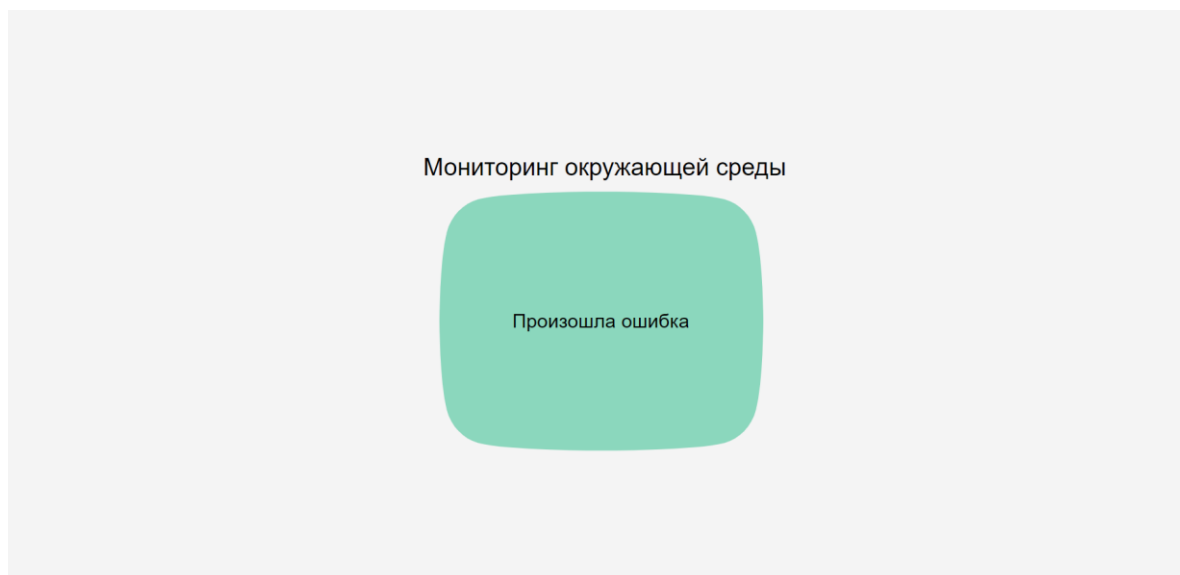


Рисунок 18 – Страница ошибки

Данная страница играет ключевую роль, т.к. она поможет удержать пользователя на сайте, не позволив потерять аудиторию и восстановить стабильную работу приложения.

2.5.12 Логирование действий

Одним из основных моментов в процессе разработки и контроля работы программного продукта является система логирования. Протоколирование веб-сервиса работает для всех пользователей и поскольку он (веб-сервис) предоставляет возможность авторизации в системе, требуется вести журнал для каждого авторизованного пользователя.

Ниже представлена структура наименования файлов для неавторизованных и авторизованных пользователей, соответственно:

- ТекущаяДата_АктивныйПроцесс.log (например, 2022.04.24_43384.log);
- ТекущаяДата_ИдентификаторПользователя_АктивныйПроцесс.log (например, 2022.04.24_F9168C5E-CEB2-4faa-B6BF-F39FA1E4_43384.log).

Важно систематизировать информацию, для упрощения дальнейшего использования, например, сокращение времени поиска причины возникновения ошибки и т.д.

Веб-сервис предусматривает два уровня логирования:

- Error – сообщение об ошибке (в одной отдельной записи присутствует время возникновения и стек ошибки);
- Info – сообщение во время нормальной работы приложения (время возникновения и общая информация).

Ниже показан пример записи каждого из событий:

- 2022-03-30 00:38:34.512 [Info] ENTER ExtendedChart: cityID=1; selectValue=4.
- 2022-04-30 01:25:18.241 [Error] Attempted to divide by zero.
at AirSystemWeb.Controllers.HomeController.Index() in C:\Project\AirSystemWeb\AirSystemWeb\Controllers\HomeController.cs:line 54.

2.6 Прибор для мониторинга основных метеорологических показателей

Для снабжения веб-сервиса информацией по экологической обстановке необходимо замеряющее устройство, которое предоставит возможность снятия показаний и их передачи.

Сборка прибора для регистрации следующих показателей: AQI, температура, влажность воздуха, атмосферное давление, производилась из доступного цифрового датчика и микроконтроллера.

2.6.1 Замеряющий элемент

Ухудшение качества воздуха в подавляющем большинстве случаев не заметно для человека, т.к. загрязнения могут не иметь запах или просто неуловимы для человеческого глаза. Однако длительное пребывание в местностях с некачественным воздухом может привести к проблемам со здоровьем.

Отсюда следуют основные требования к замеряющему элементу – точность и качество собранных значений метеорологических показателей. Большая погрешность недопустима, т.к. предоставление некачественной

информации, может нанести огромный вред здоровью большому количеству людей, тем более, в условиях отсутствия альтернативных источников получения информации.

Учитывая выдвинутые требования, в проекте использовался датчик ВМЕ680 от компании «Bosh Sensortec». Он включает в себя линейные и высокоточные сенсоры температуры, давления, влажности и газа, а также обеспечивает долговременную стабильность и высокую устойчивость к электромагнитным помехам [18].

В таблице 5 приведены основные технические данные встроенных датчиков.

Таблица 5 – Технические данные встроенных датчиков

Показатель	Рабочий диапазон	Погрешность	Разрешение (шаг)	Единица измерения
Датчик температуры	-40 – 85	± 1	0.01	°С
Датчик влажности	0 – 100	± 3	0.008	%
Датчик атмосферного давления	300 – 1100	± 0.6	0.18	ГПа
Датчик качества воздуха	0 – 500	± 4	1	–

Датчик качества воздуха, входящий в состав ВМЕ680 – это металлооксидный сенсор органических летучих веществ, резистивного типа (состоит из пленки оксида металла), сопротивление которого зависит от содержания в воздухе: продуктов дыхания, летучих органических соединений, изопрена, ацетона, этанола и др. Он обнаруживает вышеперечисленные вещества путем адсорбции (рисунок 19).

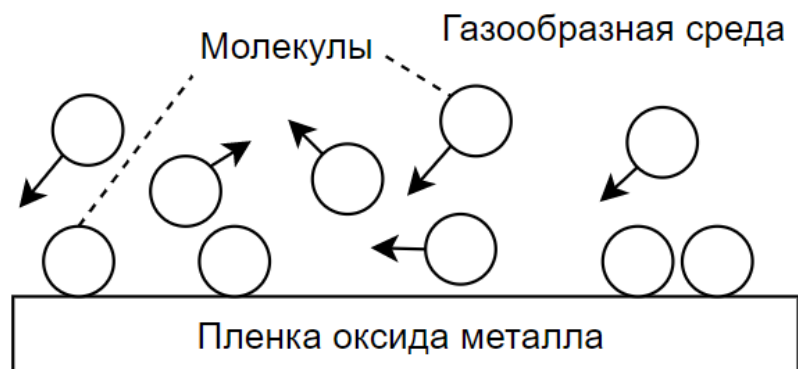


Рисунок 19 – Адсорбция

Когда датчик вступает в контакт с молекулами газа, кислород вступает в реакцию и увеличивает проводимость на поверхности пленки, таким образом, определяется качественное представление о сумме загрязняющих веществ в атмосфере, однако с помощью него не удастся определить содержание отдельно взятого «загрязнителя».

2.6.2 Схема собранного специализированного устройства

В качестве контроллера сетевого интерфейса был выбран микроконтроллер Arduino на плате NodeMCU Lua, в основе которого лежит платформа ESP8266, позволяющая отправлять данные в локальную сеть или Интернет при помощи технологии Wi-Fi, также имеется возможность обновлять прошивку через USB [19].

Схема прибора продемонстрирована на рисунке 20.

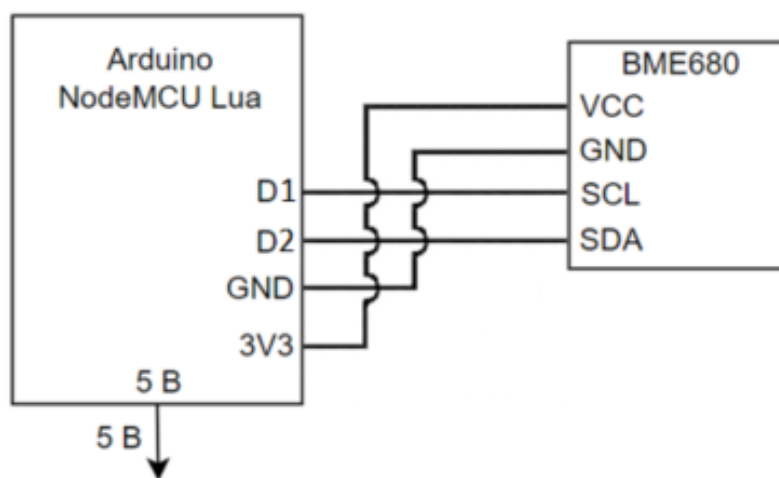


Рисунок 20 – Принципиальная схема прибора

Данные между модулями устройства передаются через интерфейс ИС (I2C) по линиям: линия данных SDA (Data Line) и линия тактовых импульсов SCL (Clock Line). GND – точка нулевого потенциала микросхема (земля), необходима для исключения возникновения замыкания и выхода схемы из строя. VCC – положительное напряжение шины питания относительно GND.

2.6.3 Прошивка специализированного устройства и формируемый файл

Само по себе устройство без прошивки (скомпилированный файл, записанный в кристалл микроконтроллера) при подаче рабочего питания не исполняет никаких полезных цифровых процессов.

Для того чтобы задать алгоритм действий, необходимо написать управляющую программу (скетч), скомпилировать ее и записать в память контроллера. В момент выполнения программы сначала выполняется ряд операций по инициализации и настройке среды окружения, а затем начинается выполнение кода.

В самом коде имеются две основные функции:

- `setup()` – функция, в которой происходит запись данных в момент загрузки, подключаются библиотеки, устанавливается скорость работы с последовательным портом;
- `loop()` – функция «петли», в ней содержатся команды, которые должны выполняться циклично, пока включен контроллер.

Ниже представлен сокращенный листинг кода 1, загруженный в память контроллера.

Листинг кода 1 – Прошивка датчика

```
void checkIaqSensorStatus(void);
void errLeds(void);
void getDate(void);

Bsec iaqSensor; String output;
int    hour    =    atoi(&(__TIME__[0]));    int    minute    =
atoi(&(__TIME__[3]));

void setup(void)
```

```

{
  Serial.begin(115200);
  Wire.begin();

  iaqSensor.begin(0x77, Wire);
  checkIaqSensorStatus();
  bsec_virtual_sensor_t sensorList[10] = {
    BSEC_OUTPUT_RAW_TEMPERATURE, BSEC_OUTPUT_RAW_PRESSURE,
    BSEC_OUTPUT_RAW_HUMIDITY, BSEC_OUTPUT_RAW_GAS,
    BSEC_OUTPUT_IAQ, BSEC_OUTPUT_STATIC_IAQ,
    BSEC_OUTPUT_CO2_EQUIVALENT,
    BSEC_OUTPUT_BREATH_VOC_EQUIVALENT,
    BSEC_OUTPUT_SENSOR_HEAT_COMPENSATED_TEMPERATURE,
    BSEC_OUTPUT_SENSOR_HEAT_COMPENSATED_HUMIDITY,
  };
  iaqSensor.updateSubscription(sensorList, 10,
BSEC_SAMPLE_RATE_LP);
  checkIaqSensorStatus();

  output =
"name,date_en,time,device_temp,device_humidity,device_pressure,dev
ice_gas";
  Serial.println(output);
}

void loop(void)
{
  unsigned long time_trigger = millis();
  if (iaqSensor.run()) {
    Serial.print("BME680,");
    getDate();
    output = String(iaqSensor.temperature); output += "," +
String(iaqSensor.humidity);
    output += "," + String(iaqSensor.pressure); output += "," +
String(iaqSensor.iaq);
    Serial.println(output);
  } else
    checkIaqSensorStatus();
  delay(60000);
}

void checkIaqSensorStatus(void) {
  if (iaqSensor.status != BSEC_OK)
    if (iaqSensor.status < BSEC_OK) {
      output = "BSEC error code : " + String(iaqSensor.status);
Serial.println(output);
      for (;;) errLeds();
    } else output = "BSEC warning code : " +
String(iaqSensor.status); Serial.println(output);

  if (iaqSensor.bme680Status != BME680_OK)
    if (iaqSensor.bme680Status < BME680_OK) {
      output = "BME680 error code : " +

```

```

String(iaqSensor.bme680Status);          Serial.println(output);
    for (;;) errLeds();
    } else {
        output      =      "BME680      warning      code      :      "      +
String(iaqSensor.bme680Status);
        Serial.println(output);
    }
}
...
void errLeds(void) {
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    delay(100);  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  delay(100);
}

```

Во время работы устройства формируется файл, который можно распарсить системой веб-сервиса, примерное содержание приведено на рисунке 21.

	A	B	C	D	E	F	G
1	name	date_en	time	device_temp	device_humidity	device_pressure	device_gas
2	BME680	Apr 23 2022	1:00:00	12,53	44,73	998,18	30,3
3	BME680	Apr 23 2022	1:01:00	12,61	44,58	998,18	31,8
4	BME680	Apr 23 2022	1:02:00	12,64	44,7	998,18	33,51
5	BME680	Apr 23 2022	1:03:00	12,68	44,72	998,18	33,99
6	BME680	Apr 23 2022	1:04:00	12,65	44,89	998,18	34,68
7	BME680	Apr 23 2022	1:05:00	12,62	44,97	998,2	34,91
8	BME680	Apr 23 2022	1:06:00	12,56	45	998,16	33,62
9	BME680	Apr 23 2022	1:07:00	12,56	44,87	998,16	30,74
10	BME680	Apr 23 2022	1:08:00	12,54	44,75	998,18	30,8
11	BME680	Apr 23 2022	1:09:00	12,59	44,59	998,18	32,17
12	BME680	Apr 23 2022	1:10:00	12,62	44,58	998,18	32,33
13	BME680	Apr 23 2022	1:11:00	12,61	44,65	998,18	34,27
14	BME680	Apr 23 2022	1:12:00	12,63	44,57	998,2	35,13
15	BME680	Apr 23 2022	1:13:00	12,63	44,62	998,2	34,54
16	BME680	Apr 23 2022	1:14:00	12,63	44,64	998,18	33,43
17	BME680	Apr 23 2022	1:15:00	12,57	44,7	998,2	34,02
18	BME680	Apr 23 2022	1:16:00	12,6	44,59	998,2	36,25

Рисунок 21 – Примерное содержание полученного датасета

2.6.4 Поверка прибора

Перед началом использования нового измеряющего датчика для его калибровки необходим запуск на пару часов. После этого требуется сверить полученные результаты с результатами альтернативного источника, предоставляющего точные данные.

В качестве альтернативного источника был принят метеорологический ресурс «Gismeteo» [20].

Поверка прибора проходила по показателям температуры и атмосферному давлению, результаты приведены на рисунках 22, 23.

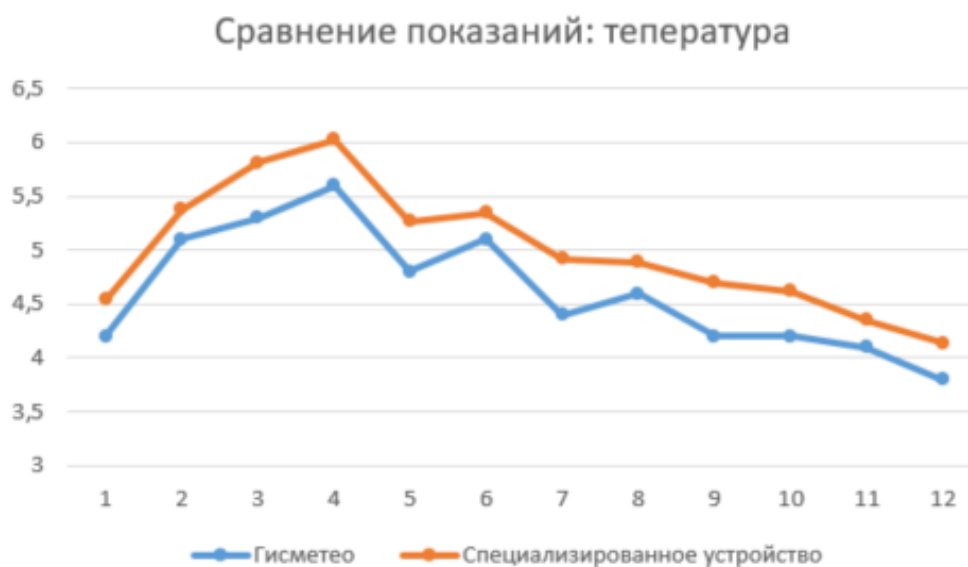


Рисунок 22 – Результат сравнения показаний температуры

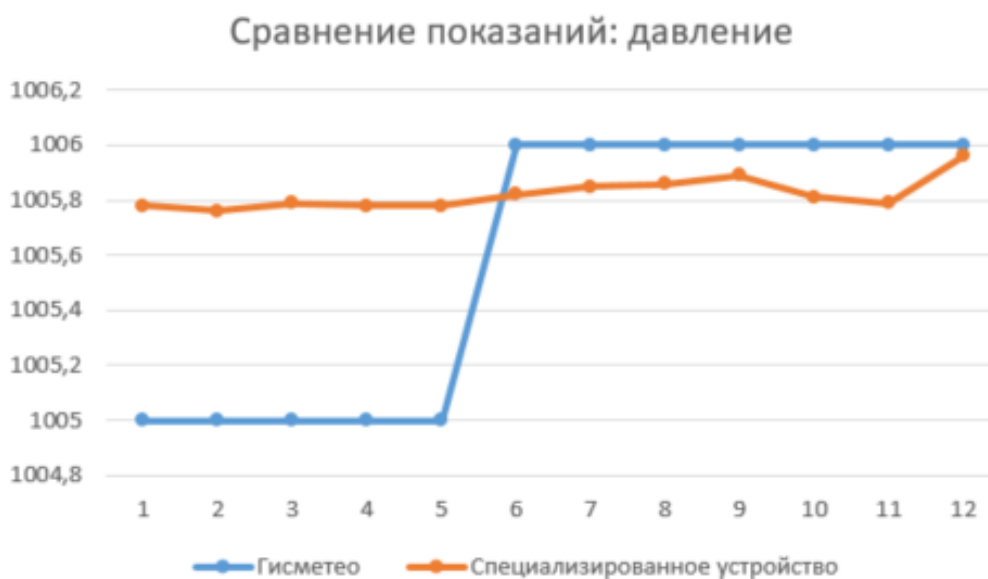


Рисунок 23 – Результат сравнения показаний давления

Исходя из результатов сравнения и анализа калибровочной линии, можно сделать вывод о корректной работе собранного устройства.

Выводы по главе «Проектирование и реализация веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды»

В ходе проектирования веб-сервиса были получены следующие результаты:

- Разработана веб-карта.
- Построены UML-диаграммы деятельности, последовательности, классов и логическая модель БД.

В процессе разработки были реализованы и продемонстрированы:

- Клиентская часть веб-сервиса.
- Серверная часть веб-сервиса, в том числе, модуль логирования.
- Собранный, запрограммированный и поверенный метеорологический прибор.

Глава 3. Тестирование веб-сервиса

3.1 Тестирование интерфейса при изменении разрешения экрана

Для обеспечения корректного отображения информации на разных мониторах необходима реализация универсального вывода содержимого. Тестирование «отрисовки» производилось на экранах, имеющие разрешения 800x600, 1024x768, 1280x1024, 1366x768 и 1600x1200. На рисунках 24-26 приведены примеры отображения главной страницы для некоторых разрешений экранов.

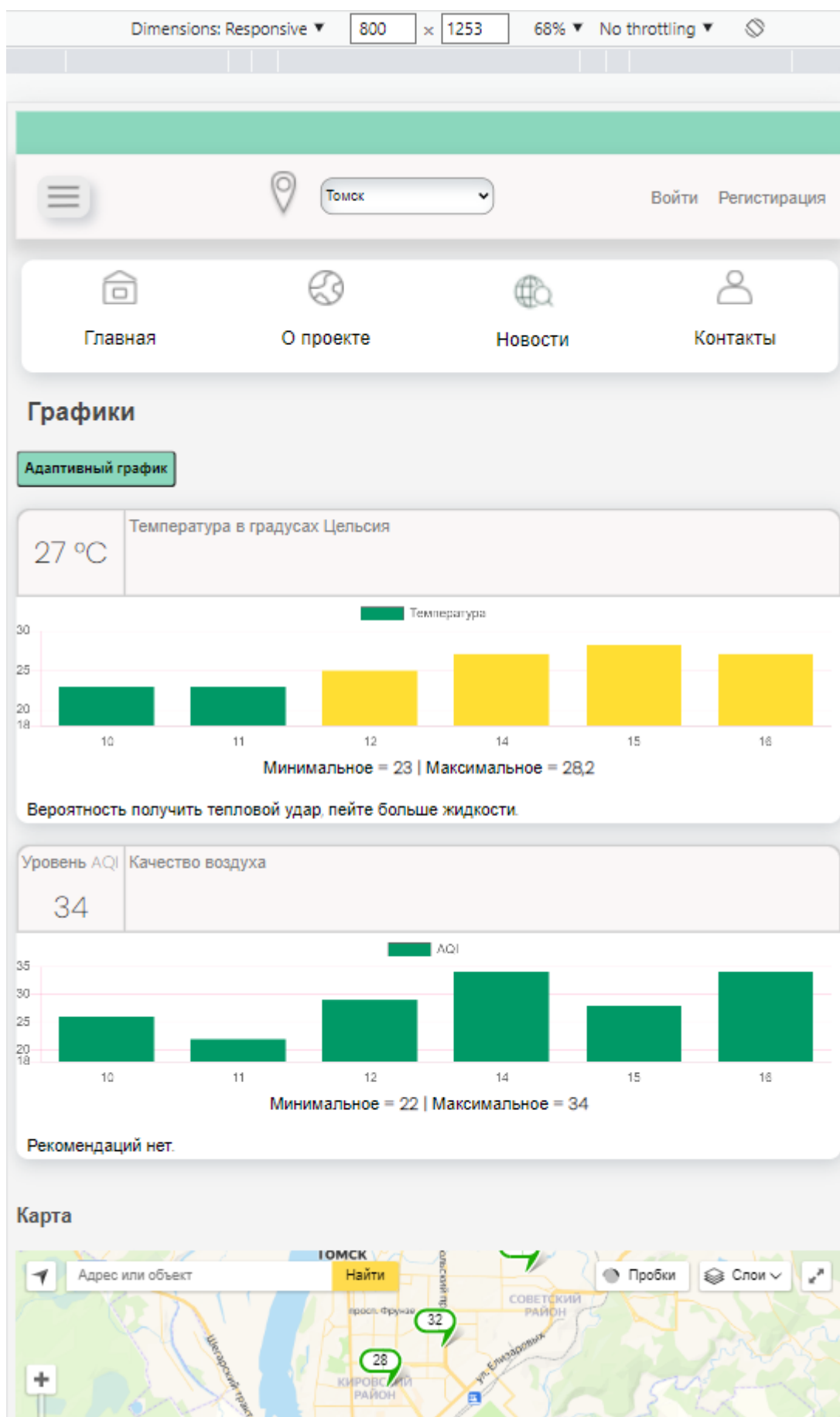


Рисунок 24 – Отображение главной страницы в разрешении 800x600

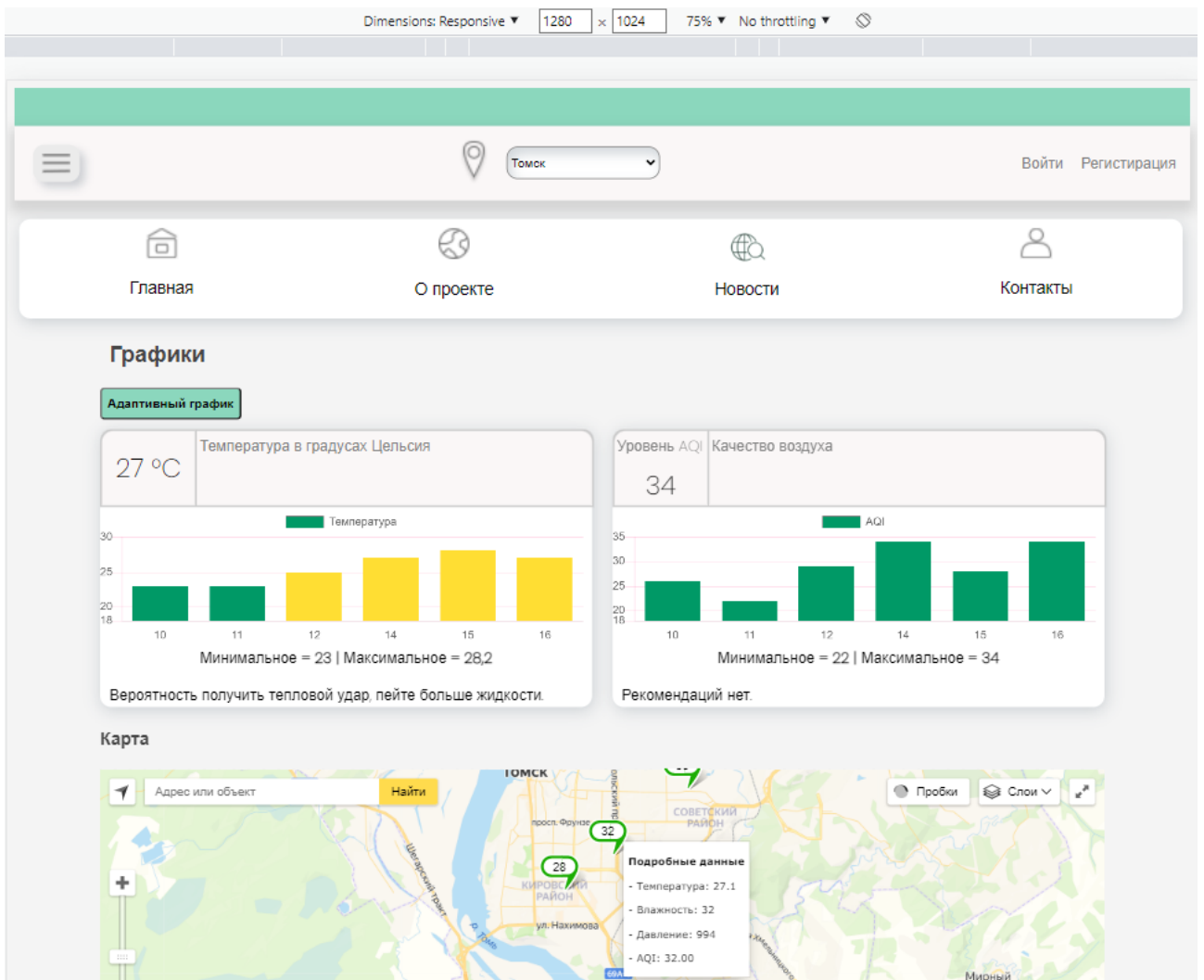


Рисунок 25 – Отображение главной страницы в разрешении 1280x1024

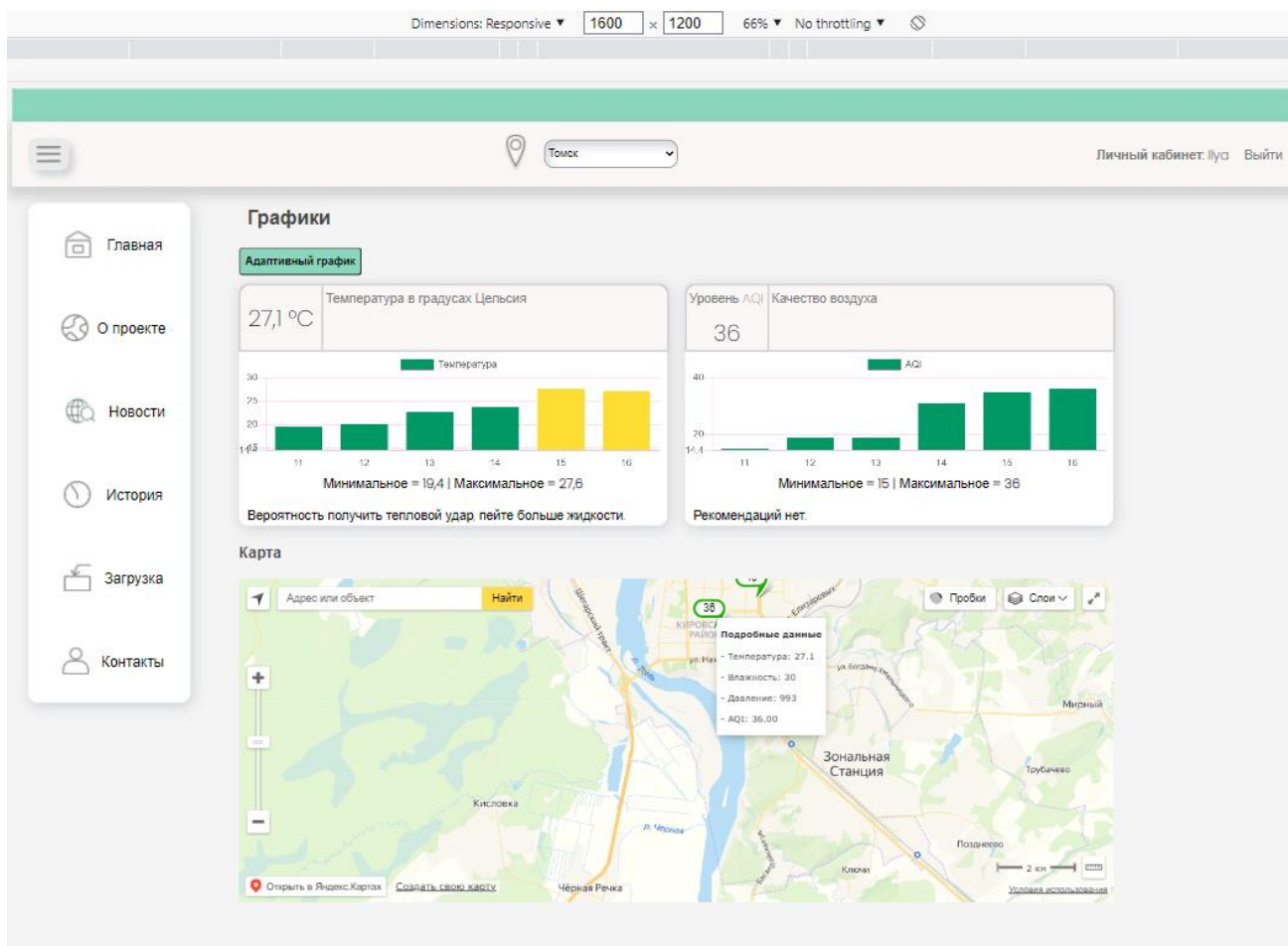


Рисунок 26 – Отображение главной страницы в разрешении 1600x1200

3.2 Проверка на кроссбраузерность

Проверка на кроссбраузерность необходима для корректного отображения контента в разных браузерах пользователей. В данном случае была проведена проверка в следующих популярных браузерах: «Chrome», «Microsoft Edge», «Яндекс.Браузер», «Opera». На рисунках 27-30 показано отображение главной страницы с целью проверки расположения элементов и работоспособности подключаемых библиотек.

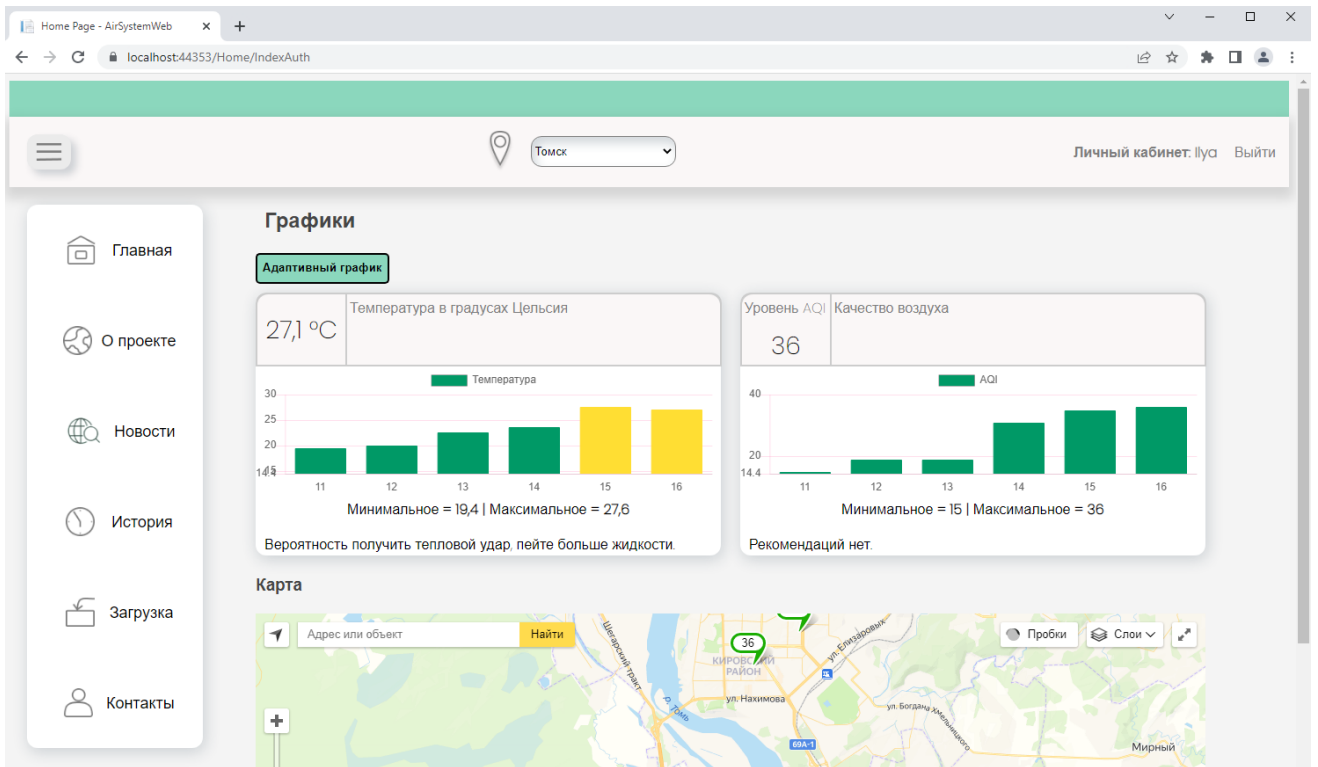


Рисунок 27 – Проверка совместимости с браузером «Chrome»

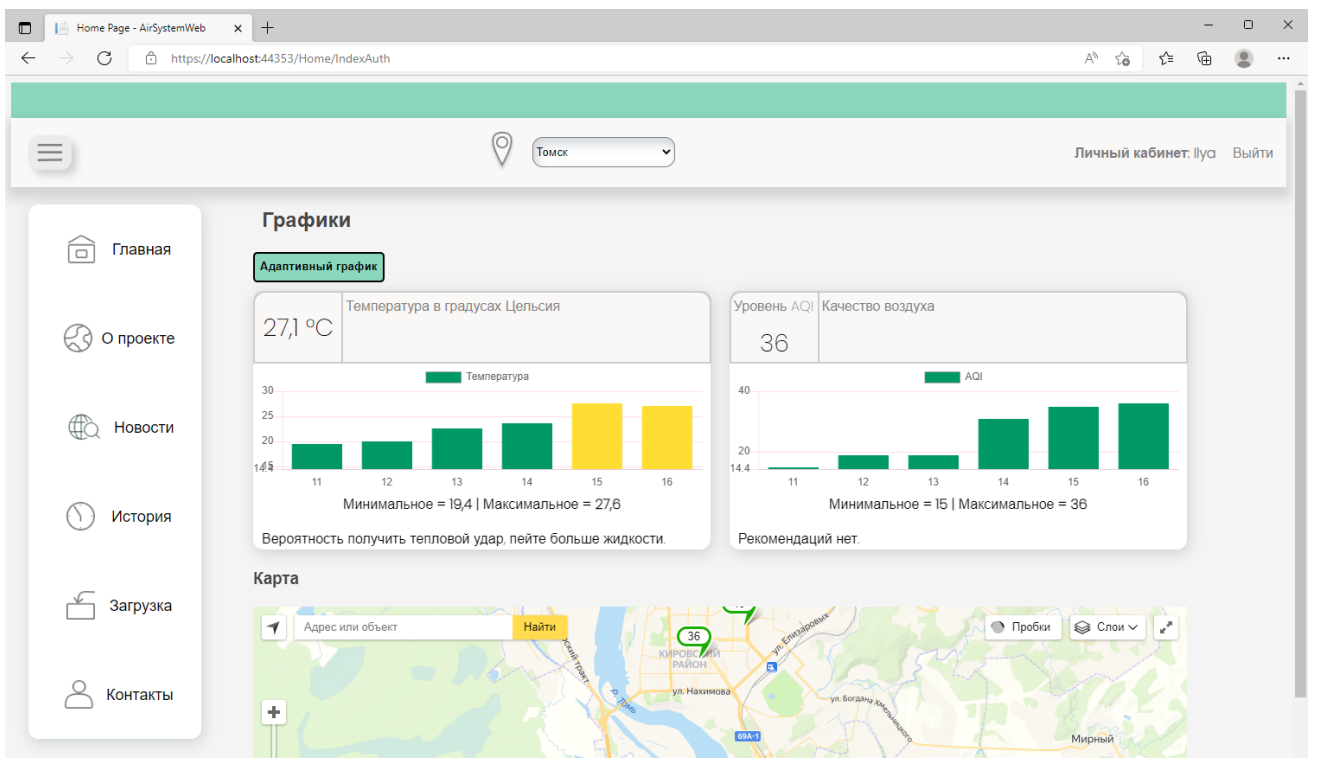


Рисунок 28 – Проверка совместимости с браузером «Microsoft Edge»

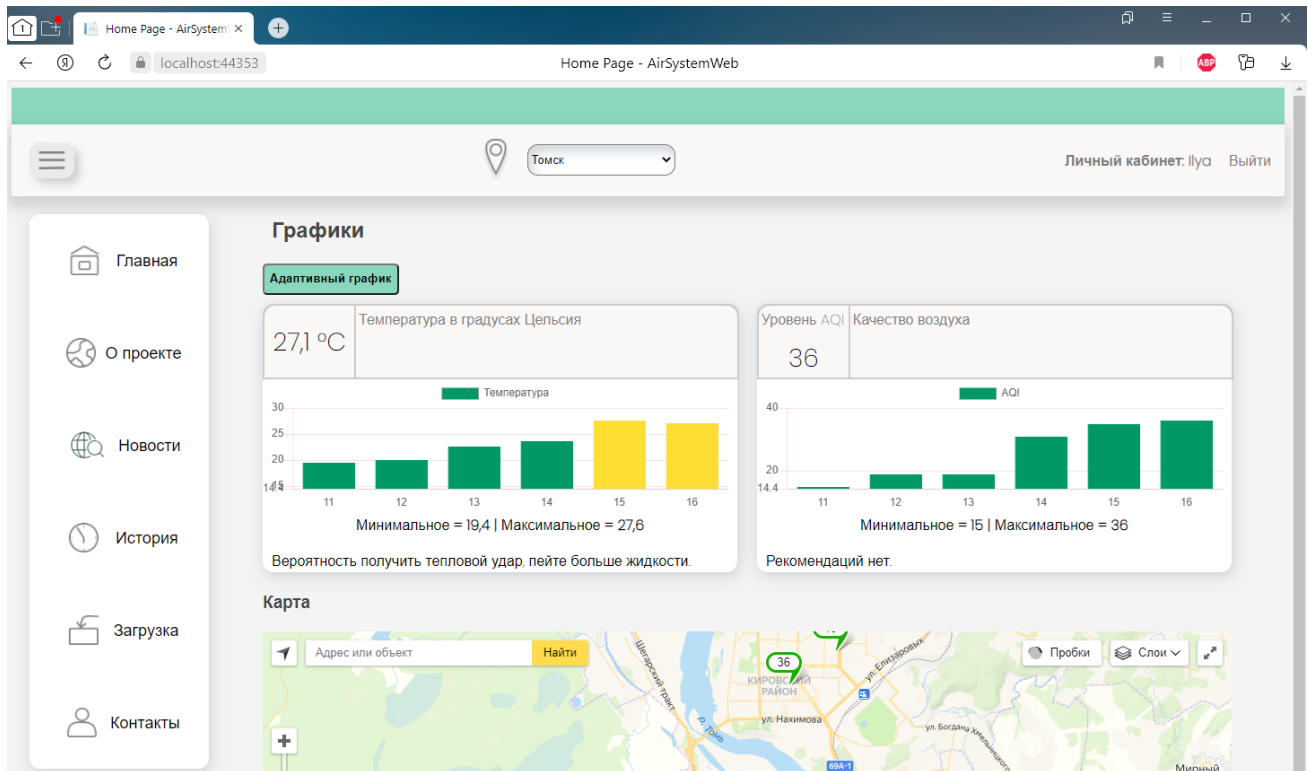


Рисунок 29 – Проверка совместимости с браузером «Яндекс.Браузер»

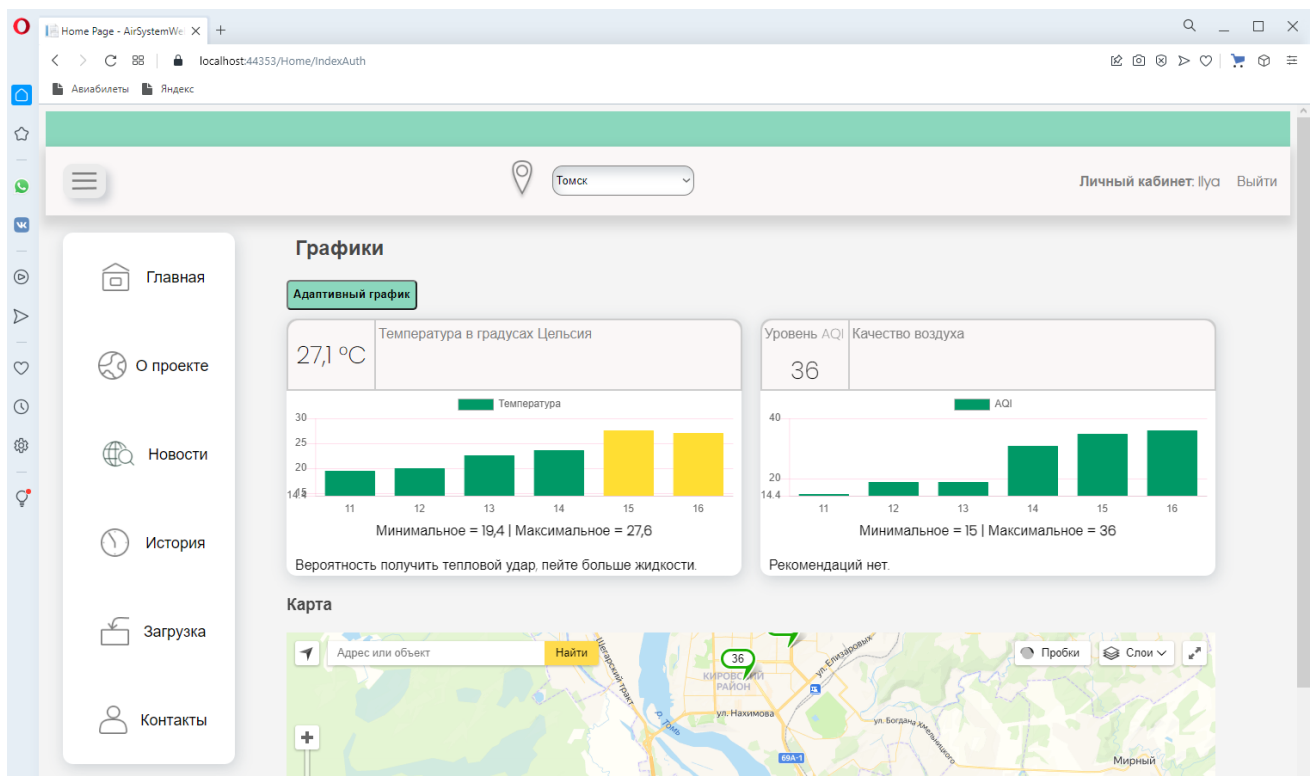
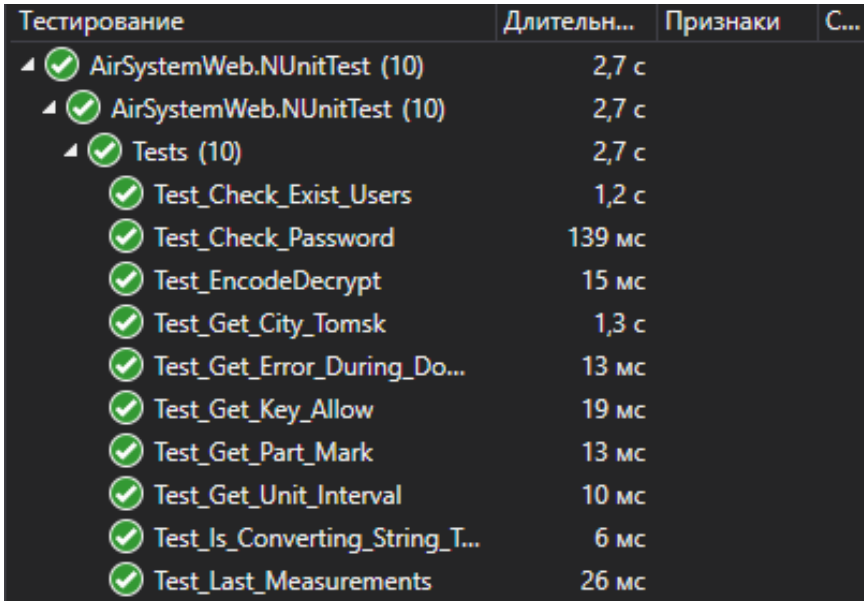


Рисунок 30 – Проверка совместимости с браузером «Опера»

3.3 Модульное тестирование

Проверка корректной работы некоторых отдельных модулей веб-сервиса проводилась с помощью модульных тестов, на этапе кодирования приложения. После того как модуль успешно прошел все тесты, он включается в «основное» решение. Использование модульных тестов позволяет исправить ошибки на ранних этапах разработки и лучше погрузиться в кодовую базу. На рисунке 31 приведен список выполненных тестов в MS Visual Studio [21].



Тестирование	Длительн...	Признаки	С...
▲ ✓ AirSystemWeb.NUnitTest (10)	2,7 с		
▲ ✓ AirSystemWeb.NUnitTest (10)	2,7 с		
▲ ✓ Tests (10)	2,7 с		
✓ Test_Check_Exist_Users	1,2 с		
✓ Test_Check_Password	139 мс		
✓ Test_EncodeDecrypt	15 мс		
✓ Test_Get_City_Tomsk	1,3 с		
✓ Test_Get_Error_During_Do...	13 мс		
✓ Test_Get_Key_Allow	19 мс		
✓ Test_Get_Part_Mark	13 мс		
✓ Test_Get_Unit_Interval	10 мс		
✓ Test_Is_Converting_String_T...	6 мс		
✓ Test_Last_Measurements	26 мс		

Рисунок 31 – Список выполненных модульных тестов

Например, тест «Test_Check_Password» показал, что метод «IsPasswordMeetRequirements» из интерфейса «IUserService», реализованный в классе «UserService», который используется для проверки пароля на соответствие обязательных требований, при регистрации или его смене, является успешным.

Требования к паролю:

- длина более 6 символов;
- минимум один прописной символ;
- минимум один строчный символ;
- минимум одна цифра;
- может содержать знаки препинания и/или специальные символы.

Ниже представлен листинг 2 модульного теста.

Листинг 2 – Модульный тест «Test_Check_Password»

```
public void Test_Check_Password()
{
    UserService service = new UserService(this.GetContext());
    string NicePassword1 = "AAAaabb123";
    string NicePassword2 = "A-B_c-lasdcxc";
    string NicePassword3 = "xwA3dfr445";
    string NicePassword4 = "--sdsdfdfAsdsd3";
    string BadPassword1 = "AAAAaaaa";
    string BadPassword2 = "BBBBBBBB";
    string BadPassword3 = "11111111";
    string BadPassword4 = "Ab432";
    string BadPassword5 = "bbbbbbb";

    Assert.IsTrue(service.IsPasswordMeetRequirements(NicePassword1));
    Assert.IsTrue(service.IsPasswordMeetRequirements(NicePassword2));
    Assert.IsTrue(service.IsPasswordMeetRequirements(NicePassword3));
    Assert.IsTrue(service.IsPasswordMeetRequirements(NicePassword4));

    Assert.IsTrue(!service.IsPasswordMeetRequirements(BadPassword1));
    Assert.IsTrue(!service.IsPasswordMeetRequirements(BadPassword2));
    Assert.IsTrue(!service.IsPasswordMeetRequirements(BadPassword3));
    Assert.IsTrue(!service.IsPasswordMeetRequirements(BadPassword4));
    Assert.IsTrue(!service.IsPasswordMeetRequirements(BadPassword5));
}
```

Выводы по главе «Тестирование веб-сервиса»

В процессе тестирования веб-сервиса были:

- Осуществлены проверки интерфейса при изменении разрешения экрана.
- Произведены проверки на кроссбраузерность.
- Реализованы модульные тесты.

Глава 4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В настоящее время перспективность научного исследования определяется коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы.
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы.
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель работы – оценка полных денежных затрат необходимых для реализации, ввода в эксплуатацию и обслуживания веб-сервиса для мониторинга состояния окружающей среды.

Основной задачей данного раздела является определение перспективности конечного продукта, разработанного в рамках научно-исследовательского проекта, а также оценка успеваемости и ценности работы.

Для достижения цели предусмотрено рассмотрение и решение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала проекта;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- планирование научно-исследовательской работы;
- нахождение ресурсной, финансовой, экономической и бюджетной эффективности исследования.





4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа посвящена разработке веб-сервиса, ориентированного на определение состояния окружающей среды, способного произвести оценку собранных данных и предоставить необходимую информацию об экологической ситуации.

Исходя из особенностей веб-сервиса, есть возможность определить круг лиц, на которых направлена разработка. Проект имеет социально-экологическую роль, исходя из этого, целевой рынок – это организации общественного здравоохранения и различные экологические службы, основной деятельностью которых является охрана здоровья и наблюдение, оценка и прогнозирования состояния окружающей природной среды. Так как имеется свободный доступ к веб-сервису, работа будет интересна сторонникам чистого воздуха и заинтересованному обществу для ознакомления с достоверной научной информацией.

Сегментация рынка услуг проводится по степени потребности использования данных расчетов, результат сегментирования представлен на рисунке 32.

		Вид интернет-ресурса			
		Метеорологический ресурс	Информационный портал	Загрузка, проверка и визуализация данных	Корпоративный сайт
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				


 Фирма А  Фирма Б  Фирма В

Рисунок 32 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке интернет-ресурсов

4.1.2 Анализ конкурентных решений

Реалистичная оценка сильных и слабых сторон проекта, в сравнении со своими ближайшими аналогами, является обязательным шагом для снижения рисков и ослабления угроз со стороны конкурентов.

В основном разделе был представлен список конкурентных решений, которые позволяют структурировать данные, полученные в ходе мониторинга, и предоставляют наглядную отчетность. Экспертная оценка основных технических характеристик производится для следующих решений и представлена в таблице 6:

- «Система мониторинга воздуха г. Красноярск» [6];
- «Воздух» [8];
- «Beijing Air Pollution» [10].

Таблица 6 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
			Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	К1	К2	К3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности										
1	Загрузка метеорологических данных через веб-сервис	0,12	5	0	2	2	0,6	0	0,24	0,24
2	Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	5	4	0,75	0,6	0,75	0,6
3	Формирование рекомендаций в рамках текущей ситуации	0,09	5	1	1	5	0,45	0,09	0,09	0,45
4	Общедоступная выгрузка данных через веб-сервис	0,1	5	5	0	0	0,5	0,5	0	0
5	Энергоэкономичность	0,01	5	4	5	4	0,05	0,04	0,05	0,04
6	Надежность	0,03	4	4	5	5	0,12	0,12	0,15	0,15
7	Потребность в ресурсах памяти	0,05	5	4	2	2	0,25	0,2	0,1	0,1
8	Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	3	3	5	5	0,15	0,15	0,25	0,25

Продолжение таблицы 6 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
			Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	К1	К2	К3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности										
9	Простота эксплуатации	0,1	4	4	4	4	0,4	0,4	0,4	0,4
10	Качество пользовательского интерфейса	0,07	5	3	5	3	0,35	0,21	0,35	0,21
Экономические критерии оценки эффективности										
1	Конкурентоспособность продукта	0,02	3	2	4	5	0,06	0,04	0,08	0,1
2	Уровень проникновения на рынок	0,01	1	2	5	5	0,01	0,02	0,05	0,05
3	Цена	0,09	5	4	2	1	0,45	0,36	0,18	0,09
4	Послепродажное обслуживание	0,03	4	3	5	5	0,12	0,09	0,06	0,06
5	Финансирование научной разработки	0,07	2	3	5	5	0,14	0,21	0,35	0,35
6	Срок выхода на рынок	0,01	3	4	5	5	0,03	0,04	0,05	0,05
	Итого	1	64	50	60	60	4,7	3,07	3,24	3,33

Из анализа, приведенного в таблице 6 можно сделать выводы, что уязвимостями конкурентов связаны с отсутствием возможности выгрузки метеорологических данных и загрузки данных со специализированного устройства через веб-сервис. Некоторые конкуренты не предоставляют рекомендаций поведения для текущей экологической ситуации, что также является уязвимостью, для рядового пользователя данный пункт особенно критичен.

Все приведенные конкуренты позволяют получить необходимую информацию об обстановке и выполняют одну из главных целей – информирование населения о состоянии воздуха в атмосфере. А также обладают следующим достоинством: более обширный мониторинг за счет большего количества регистрируемых показателей.

Наиболее сильным конкурентом можно считать веб-сервис «World's Air Pollution», т.к. обладает широким распространением, охватывая более ста стран

и предоставляя большой функционал. Однако его распространенность на территории Российской Федерации оставляет желать лучшего (менее 5 городов).

Система «Воздух», имея широкую распространенность в России, не является главным конкурентом, поскольку для полноценного пользования требуется приобретение полной версии, что считается существенным недостатком.

4.1.3 SWOT-анализ

Следующий шаг комплексного анализа заключается в использовании технологии SWOT для изучения внешних и внутренних сторон проекта. SWOT-анализ – это метод стратегического исследования, состоящий из четырех компонентов:

- S – (strengths) сильные стороны – это положительные факторы, описывающие все, что делает проект успешным, другими словами, конкурентные преимущества;
- W – (weaknesses) слабые стороны – это отрицательные факторы, описывающие ограниченность и недостатки проекта, сдерживающие экономический рост;
- O – (opportunities) возможности – это любые предпочтительные ситуации в настоящем или будущем, возникающие в условиях окружающей среды отражающие скрытый потенциал;
- T – (threats) угрозы – это любые нежелательные ситуации, тенденции или изменения в условиях окружающей среды, которые отражают риски внешнего окружения, осложняющие достижение целей проекта.

На основе вышеупомянутых компонентов формируется SWOT-матрица, результаты проведенного SWOT-анализа приведены в таблице 7.

Таблица 7 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны:</p> <p>C1. Загрузка данных с легкодоступного специализированного устройства.</p> <p>C2. Выгрузка метеорологических данных.</p> <p>C3. Заявленная скорость загрузки веб-страниц.</p> <p>C4. Удобный, минималистичный и интуитивно понятный веб-интерфейс.</p> <p>C5. Наличие актуальных данных подкрепленные рекомендациями поведения.</p> <p>C6. Отображение данных с использованием виджетов и карты местности.</p> <p>C7. Возможность ознакомления с экологической ситуацией в динамике.</p> <p>C8. Регулярная поддержка квалифицированного разработчика.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>СЛ1. Ограниченность количества измеряемых показателей.</p> <p>СЛ2. Отсутствие поддержки научного сообщества и финансирования.</p> <p>СЛ3. Отсутствие репутации на рынке (клиентской базы).</p> <p>СЛ4. Отсутствие продвинутых и передвижных метеорологических станций.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Появление дополнительного спроса на веб-сервис (новые партнеры и клиенты).</p> <p>V2. Получение финансирования.</p> <p>V3. Выход веб-сервиса на рынок.</p> <p>V4. Повышение осведомленности населения.</p> <p>V5. Развитие технологии.</p>	<p>V1C1C2C5C6C7. Предоставление широкого и удобного функционала позволит нарастить численность пользователей.</p> <p>V2V3V5C4C8. Приятный интерфейс и постоянная поддержка проекта позволит модернизировать веб-сервис, а также поспособствует распространению на рынке, что привлечет повышенный интерес у спонсоров.</p> <p>V2B4C5C6C7. Публичная и актуальная структурированная информация, представленная в удобном формате, позволит повысить осведомленность населения.</p>	<p>V1B2V3СЛ1СЛ3. Неудовлетворенность количеством измеряемых показателей, даже при учете финансирования, может привести, к отказу пользователей работать с веб-сервисом.</p> <p>V4B5СЛ2СЛ4. Отсутствие поддержки со стороны спонсоров и научного сообщества может привести к остановке развития технологии и снижению осведомленности граждан.</p>

Продолжение таблицы 7 – SWOT-анализ

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Рост цен на оборудование.</p> <p>У2. Медленная работа системы.</p> <p>У3. Развитие конкуренции.</p> <p>У4. Потеря спроса.</p>	<p>У1С1. Использование легкодоступного замерающего устройства, состоящего из легко заменяющихся аналогичных «комплектующих», снижает вероятность проблем с закупкой.</p> <p>У2У3С4С8. Постоянная работа грамотного специалиста, позволит оптимизировать работу и расширить функционал веб-сервиса, который будет способен успешно конкурировать с аналогичными системами.</p> <p>У4С2С3С5С6С7.</p> <p>Предоставление актуальной экологической ситуации и широкого функционала, как и постоянное антропогенное влияние на окружающую среду способствует поддержание актуальности использования.</p>	<p>У1У2СЛ2. Отсутствие финансовой поддержки может привести к невозможности закупок необходимого оборудования.</p> <p>У3У4СЛ1СЛ3СЛ4.</p> <p>Ограниченность числа измеряемых показателей, низкого географического распространения и слабая представленность на рынке может привести к потере спроса веб-сервиса.</p>
--	--	--

Следующий этап заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды, благодаря которым выявляется степень необходимости проведения стратегических изменений. Результаты анализа представлены в интерактивных матрицах проекта в таблицах 8 – 11.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта									
		С1	С2	С3	С4	С5	С6	С7	С8
Возможности проекта	В1	+	+	–	–	+	+	+	–
	В2	–	–	–	+	+	+	+	+
	В3	–	–	–	+	–	–	–	+
	В4	–	–	–	–	+	+	+	–
	В5	–	–	–	+	–	–	–	+

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		СЛ1	СЛ2	СЛ3	СЛ4
	В1	+	–	+	–
	В2	+	–	+	–
	В3	+	–	+	–
	В4	–	+	–	+
	В5	–	+	–	+

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта									
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6	С7	С8
	У1	+	–	–	–	–	–	–	–
	У2	–	–	–	+	–	–	–	+
	У3	–	–	–	+	–	–	–	+
	У4	–	+	+	–	+	+	+	–

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		СЛ1	СЛ2	СЛ3	СЛ4
	У1	–	+	–	–
	У2	–	+	–	–
	У3	+	–	+	+
	У4	+	–	+	+

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценка готовности проекта к коммерциализации и выяснение уровня компетенций – рекомендуемые действия на всех стадиях жизненного цикла проекта, способствующие пониманию степени проработанности проекта и погруженности разработчика в предметную область. В таблице 12 представлен перечень вопросов и оценка показателей степени проработанности проекта с точки зрения коммерциализации и компетенций разработчика.

Таблица 12 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определен общественный характер деятельности	5	5
3.	Определены способы решения социальной проблемы (информирование об экологической обстановке)	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технической продукции для представления на рынок	4	4
5.	Названы авторы и осуществлена охрана их прав	5	3
6.	Выполнена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
7.	Проведен анализ экономической эффективности	3	3
8.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
9.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
10.	Имеется команда для продвижения научной разработки	3	4
11.	Проработаны вопросы взаимодействия с общественными организациями	3	4
12.	Определены методы вовлечения общественности	2	3
13.	Проработаны вопросы финансовой поддержки научной разработки	3	3
14.	Создана стратегия реализации научной разработки	4	4
15.	Проработана система реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	57	56

4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Из итоговых оценок (в таблице 12), описывающих готовность научного проекта и уровень знаний у разработчика, видно, что значения находятся в диапазоне от 45 до 59, это говорит о том, что разработка имеет перспективность

выше среднего. Анализируя баллы показателей, следует вывод о необходимости найма или консультации специалистов, поскольку рассмотрена малая часть всех аспектов вывода продукта на рынок, и проявляется несовершенство знаний разработчика. Таким образом, для торговли патентными лицензиями, франчайзинга, организации совместного предприятия и организации совместных предприятий этого недостаточно. Но т.к. разработка является самостоятельной единицей, этого достаточно для коммерциализации научной разработки методами: передача ноу-хау; инжиниринг; организация собственного предприятия; передача интеллектуальной собственности.

4.2 Инициация проекта

4.2.1 Цели и результаты проекта

На этапе определения, составления первоначальных целей и содержания необходимо фиксировать первоначальные финансовые ресурсы.

Выявление внешних и внутренних заинтересованных сторон проекта – важный этап для понимания основных лиц и их взаимодействия, влияющий на общий результат разработки (таблица 13).

Таблица 13 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Разработчик	Пополнение портфолио, получение денежных средств от проделанной работы
Общественность, пользователь	Получение информации о текущем состоянии окружающей среды в удобном и простом формате
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа

Цели и результат проекта представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	<ul style="list-style-type: none"> • Изучить предметную область и проанализировать востребованность будущего проекта • Спроектировать требуемый функционал и БД (предварительное техническое решение) • Произвести выбор методологии разработки и продумать план работы • Рассчитать стоимость проекта • Собрать устройство сбора экологических показателей и реализовать их передачу • Реализовать требуемый функционал и дизайн веб-сервиса • Протестировать решение • Произвести внедрение разработки
Ожидаемые результаты проекта:	Успешное внедрение и принятие веб-сервиса в качестве надежного источника информации
Критерии приемки результата проекта:	Успешное тестирование веб-сервиса и корректная работа всех согласованных требований
Требования к результату проекта:	Требование:
	<ul style="list-style-type: none"> • Реализованный интерфейс и функционал должен соответствовать заявленным функциональным требованиям

4.2.2. Организационная структура проекта

Планирование занятости каждого участника – один из основных шагов при организации процессов в проекте, здесь решаются вопросы: кто будет входить в состав команды, с какой ролью, и с какими функциями (таблица 15).

Таблица 15 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Соколова Вероника Валерьевна, кандидат технических наук, доцент (ОИТ, ИШИТР)	Руководитель проекта	Составление/утверждение темы и календарного плана-графика выполнения работы	46
2	Ступин Илья Константинович, студент	Исполнитель по проекту	Проектирование, разработка и поддержка проекта	467
3	Жаворонок Анастасия Валерьевна старший преподаватель (ОСГН, ШБИП)	Эксперт проекта	Консультирование по разделу ВКР «Финансовый менеджмент»	6
4	Жиронкин Сергей Александрович Доктор экономических наук, профессор (ОСГН, ШБИП)	Эксперт проекта	Консультирование по разделу ВКР «Финансовый менеджмент»	6
5	Федоренко Ольга Юрьевна Доктор медицинских наук профессор (ОКД, ИШНКБ)	Эксперт проекта	Консультирование по разделу ВКР «Социальная ответственность»	6
	Диденко Анастасия Владимировна Кандидат филологических наук доцент (ОИЯ, ШБИП)	Эксперт проекта	Консультирование по английской части ВКР	6
ИТОГО:				537

4.2.3 Ограничения и допущения проекта

В данном разделе описываются факторы, ограничивающие возможности команды проекта, а также допущения проекта – факторы в рамках процесса планирования, которые считаются верными на момент планирования, и на которые команда проекта не может повлиять. Ограничения проекта отображены в таблице 16.

Таблица 16 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
Сроки проекта	01.01.2021 – 30.05.2022
Плановая дата завершения проекта	30.05.2022
Источник информационной поддержки	НИТПУ
Спонсорское финансирование	отсутствует
Длительность работы команды над проектом в сутки	4 часа

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

На этапе планирования определяется общее содержание процессов, формируется календарный и бюджетный план – это основные и обязательные моменты, позволяющие достичь поставленных целей перед командой.

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

При планировании процессов используют метод иерархической структуры работ для разбиения проекта на более мелкие, понятные и измеримые части. Данный метод иллюстрируется в виде многоуровневой схемы задач, требуемой для достижения всех целей. На рисунке 33 отображена иерархическая структура работ по выпускной квалификационной работе.

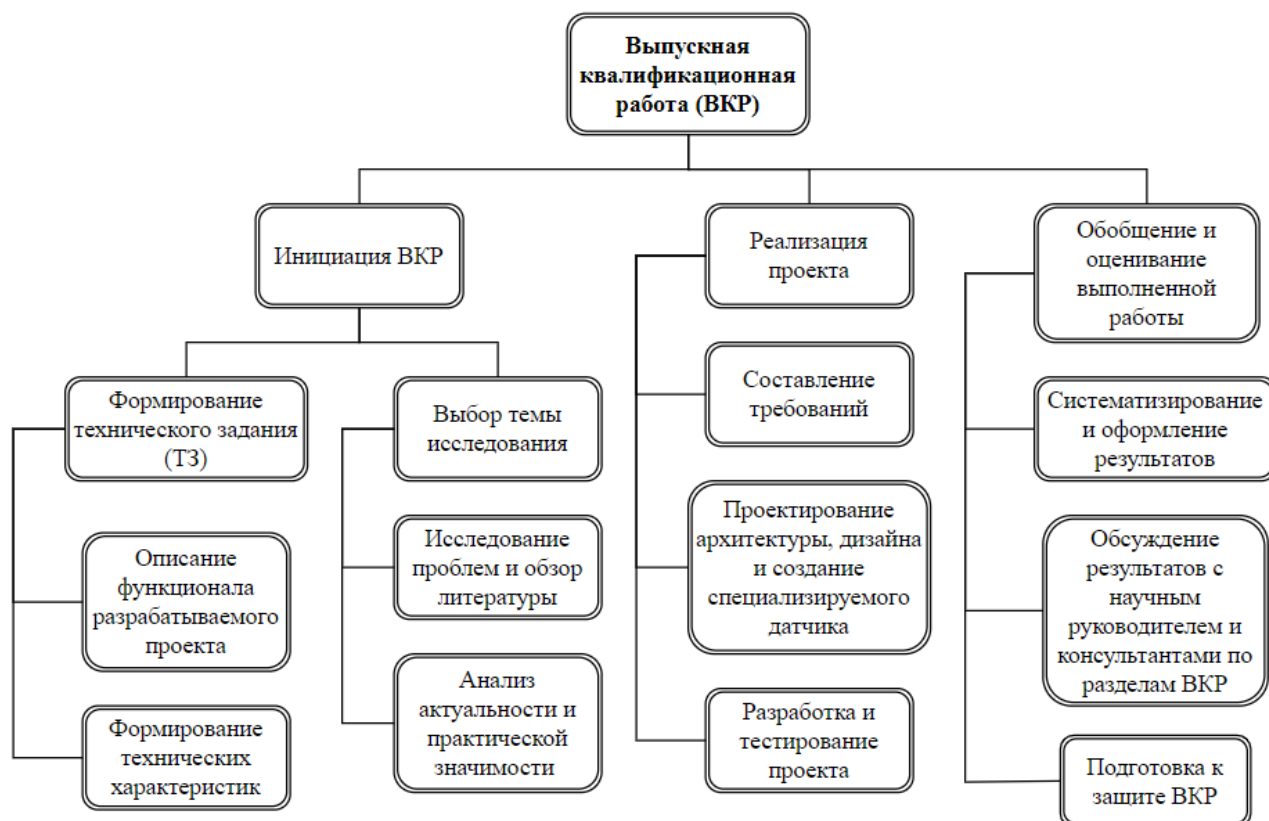


Рисунок 33 – Иерархическая структура по ВКР

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

\mathcal{C}_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

Таким образом,

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 1,5 \quad (5)$$

Трудоемкость выполнения работ приведена в Приложении Е.

4.3.3 План проекта

Надежный план – основополагающая часть проекта, позволяющая опередить основные вехи, приоритеты и сами действия (задачи). Удобным инструментом планирования считается диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм, позволяющий визуализировать, управлять и структурировать работу над проектом. Она состоит из вертикальных (список задач) и горизонтальных (временная шкала) полос, где каждая строка обозначает задачу, которую необходимо выполнить в определенный срок. В приложении Ж отображен календарный план выполнения ВКР в виде диаграммы Ганта, по горизонтальной оси разбиение месяца по декадам.

4.4 Бюджет научного исследования

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

4.4.1 Расчет материальных затрат исследования

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Материальные затраты и затраты на оборудование для данного исследования представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Материальные затраты исследования

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Модуль для Arduino NodeMCU LuaWiFi	шт.	1	574	574
Цифровой датчик давления температуры и влажности BME680	шт.	1	750	750
Кабель Dupont гнездо-гнездо	шт.	6	1	6
Штыревой соединитель PLS	шт.	1	15	15
Итого:				1345

Допустим, что коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, составляет 15 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом коэффициента равны:

$$З_m = 1,15 * 1345 = 1547 \text{ руб.}$$

4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для реализации проекта было использовано оборудование и программное обеспечение, затраты на которые приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на оборудование и программное обеспечение

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена за 1 ед. оборудования	Затраты, руб.
Персональный компьютер	1	60000	60000
Интегрированная среда разработки Visual Studio	1	–	–
Среда SQL Server Management Studio	1	–	–
Интегрированная среда разработки Arduino IDE	1	–	–
Специализированное устройство сбора метеорологических показателей	1	1345	1345
Итого:			61345

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (6)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{251} \cdot T_{\text{оби}}, \quad (7)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

$T_{\text{оби}}$ – время использования оборудования, дни.

Рассчитаем амортизацию для персональных компьютеров и периферии, с учётом, что срок полезного использования 4 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Находим общую сумму амортизационных отчислений.

Для персональных компьютеров и периферии, использованных в течение 365 дней:

$$A = \frac{H_A * I}{251} * T_{\text{оби}} = \frac{0,25 * 61345}{251} * 365 = 22\,302 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 22\,302 \text{ руб}$$

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, в его роли выступает исполнитель проекта, а также премии, входящие в фонд заработной платы.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (8)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, студента) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

В таблице 19 показан баланс рабочего времени.

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер 1
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	118
Потери рабочего времени на отпуск	56	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{окл}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{окл}}$ – оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Научный руководитель имеет должность доцента и степень кандидата технических наук оклад составлял 35 111 руб.

Оклад инженера составил 22 695,68 руб.

Расчет основной заработной платы отображен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_{\text{т}}$	$Z_{\text{окл}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	–	–	35 111	1,3	45 644	1 921	2,17	4 168,57
Инженер 1	–	–	22 695,68		29 504,38	1 241,77	236	293 057,72
Итого $Z_{\text{осн}}$								297 226,29

4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных

обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (12)$$

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

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{осн}}$	$З_{\text{доп}}$
Научный руководитель	0,12	4 168,57	500,23
Инженер 1		293 057,72	35 166,93
Итого			35 667,16

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления, по установленным законодательством Российской Федерации нормам, органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (13)$$

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

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер 1
Основная заработная плата, руб.	4 168,57	293 057,72
Дополнительная заработная плата, руб.	500,23	35 166,93
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Сумма отчислений	1 265,24	88 948,88
Итого	23 421,72	

4.4.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}} \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (1\ 345 + 22\ 302 + 297\ 226,29 + 35\ 667,16 + 23\ 421,72) \cdot 0,16 \\ &= 60\ 793,95 \text{ руб.} \end{aligned}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	1 345
Затраты на амортизацию оборудования.	22 302
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	297 226,29
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	35 667,16
Отчисления во внебюджетные фонды	23 421,72
Накладные расходы	60 793,95
Бюджет затрат НТИ	400 756,12

4.4.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу (таблица 24).

Таблица 24 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Потеря спроса за счет роста конкуренции	3	5	Высокий	Внедрение нового функционала в процессе жизненного цикла ПО	Увеличение функционала, более быстрая работа и приятный дизайн у конкурентов
2	Неточность замеров датчика	4	5	Высокий	Поверки метеорологических приборов	С течением времени замеряющее устройство выходит из строя
3	Медленная работа веб-сервиса	4	5	Высокий	Приобретение более мощного сервера	Увеличение количества пользователей

Продолжение таблицы 24 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
4	Отсутствие доступа к комплектующим для датчика	1	4	Средний	Использование аналоговых комплектующих	Уход поставщиков с рынка
5	Повышение затрат на содержание	3	4	Средний	Поиск спонсоров	Увеличение количества пользователей, модификация продукта
6	Неграмотное управление проектом	2	5	Высокий	Распределение обязанностей, анализ и применение лучших практик	Расширение штата сотрудников
7	Изменение требований к функционалу	1	3	Низкий	Анализ необходимого функционала	Из полученной информации от обратной связи конечных пользователей

4.4.8 Оценка научного уровня

Важнейшим результатом реализации проекта является его научно-технический уровень, который характеризует, в какой мере выполнены работы, и обеспечивается ли научно-технический прогресс в данной области.

На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле:

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i, \quad (15)$$

где K_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

P_i – количественная оценка i -го признака научно-технического уровня работы.

По каждому из факторов экспертным путем при помощи нижеприведенных таблиц устанавливаются численные значения коэффициента значимости, и проставляется балльная оценка.

В таблице 25 отображены признаки научно-технического эффекта.

Таблица 25 – Признаки научно-технического эффекта

Признак научно-технического эффекта НИР (i)	Примерное значение весового коэффициента (K_i)
1. Уровень новизны	0,6
2. Теоретический уровень	0,4
3. Возможность реализации	0,2

В таблицах 26, 27 приведены количественные оценки уровня новизны и теоретического уровня соответственно НИР.

Таблица 26 – Количественная оценка уровня новизны НИР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники.	8-10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности.	5-7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований.	2-4
Традиционная работа	Работа выполнена по традиционной методике, результаты которой носят информационный характер.	1
Не обладает новизной	Получен результат, который был ранее известен.	0

Таблица 27 – Количественная оценка теоретического уровня НИР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
1. Установка закона, разработка новой теории	10
2. Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
3. Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	6
4. Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера.	2
5. Описание отдельных элементарных факторов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, результатов измерений.	0,5

Возможность реализации научных результатов представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Возможность реализации научных результатов

Время реализации	Баллы
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10

По результатам проведения оценки НИР была составлена сводная таблица оценки научно-технического уровня (таблица 29), на основе которой сделан вывод об ожидаемой эффективности выполняемой НИР.

Таблица 29 – Количественная оценка признаков НИР

Признак научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Коэффициенты	
		K_i	P_i
1. Уровень новизны	Новая	0,6	7
2. Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	0,4	6
3. Возможность реализации	В течении первых лет на одном предприятии	0,2	10

Расчет НТУ и его оценка:

$$\text{НТУ} = 0,6 \cdot 7 + 0,4 \cdot 4 + 0,2 \cdot 10 = 7,8$$

Уровень научно-технического эффекта определим по таблице 30.

Таблица 30 – Оценка уровня НТЭ

Уровень НТЭ	Коэффициент НТЭ
Низкий	1-4
Средний	5-7
Сравнительно высокий	8-10
Высокий	11-14

Из таблицы видно, что разработанная система имеет сравнительно высокий уровень научно-технического эффекта.

Выводы по главе «Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения»

Подводя итог, можно сделать следующий вывод: разрабатываемый веб-сервис будет использоваться в дальнейшем как некоммерческий продукт.

Подразумевается, что в будущем данный проект будет модифицироваться и расширять свой функционал, из-за чего дальнейшая себестоимость и длительность разработки увеличатся. Дальнейшая модификация возможна после запуска и наращивания аудитории пользования веб-сервисом, а также после обратной связи пользователей и появления спонсоров.

Глава 5. Раздел «Социальная ответственность»

Целью выпускной работы является разработка веб-сервиса для мониторинга состояния атмосферы. Проект является социально значимым, предоставляя пользователям актуальную метеорологическую информацию в удобном формате. На основе собранных данных имеется возможность построения динамики изменений основных показателей, описывающих состояние окружающей среды.

Разработка проекта, результаты которого демонстрируются в выпускной работе, велась в офисном помещении, оборудованном 2 рабочими местами. На каждом рабочем месте присутствуют: компьютерный стол, офисное кресло, персональный компьютер с периферийными устройствами. Офисное помещение содержит: побеленные стены, потолок, два окна, пожарную сигнализацию.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенностей регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др. Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов. Данные параметры регламентируются Трудовым кодексом [22].

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории легких работ. В зависимости от времени года и категорий тяжести работ определены параметры микроклимата, согласно требованиям СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [23], которые приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Оптимальные параметры микроклимата рабочего места

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

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [23], которые приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м ² на человека	Не менее 30
Объем до 20-40 м ² на человека	Не менее 20

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе рассмотрены основные требования по эргономике рабочего места при выполнении работ сидя, которые регламентируются ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [24].

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног;

- высоты сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности). В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты рабочего сиденья и подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего [24].

Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400мм;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 – 550) мм и углами наклона вперед до 15°, и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки (300 ± 20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости в пределах $\pm 30^\circ$;
- регулировку спинки от переднего края сиденья (260 – 400) мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной (50 – 70) мм [24].

Согласно ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. Кресло должно обеспечивать человеку-оператору соответствующую характеру и условиям труда физиологически рациональную рабочую позу, также должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности и не должно затруднять рабочим движениям [25].

Рабочее место пользователя ПК следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100 - 300) мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной

столешницы. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 - 700) мм, но не ближе 500 мм [25].

5.2 Производственная безопасность

Данный раздел содержит анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Офисные сотрудники подвергаются в основном физическим и психофизиологическим факторам. В таблице 33 представлены все вредные и опасные факторы и их классификация в соответствии с нормативным документом ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы» [26].

Таблица 33 – Классификация вредных и опасных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработано	Изготовлено	Эксплуатировано	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
Превышение уровня шума		+		ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
Повышенная напряженность электрического поля	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

Продолжение таблицы 33 – Классификация вредных и опасных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработано	Изготовлено	Эксплуатировано	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

5.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Рабочая зона или рабочее место разработчика освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрение, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза. Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. В помещении отсутствует естественное освещение. По нормам освещенности [27] и отраслевым нормам работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. В таблице 34 показано нормирование освещенности для работы за ПК.

Таблица 34 – Нормирование освещенности для работы за ПК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высокой точности	От 0,3	Б-1	Более 70	400	100	40	15	3,0	1,0
	От 0,5		Менее 70	300	75	60	20	2,5	0,7

Где:

- 1 – характеристика зрительных работ;
- 2 – наименьший или эквивалентный размер объекта;
- 3 – разряд и подразряд зрительной работы;
- 4 – относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, лк;
- 5 – средняя освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк;
- 6 – цилиндрическая освещенность, лк;
- 7 – показатель дискомфорта;
- 8 – коэффициент пульсации освещенность, %;
- 9 – КЕО при верхнем освещении, %;
- 10 – КЕО при боковом освещении.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 35 [27].

Таблица 35 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем столе	300 – 500 лк
Освещенность на экране ПК	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блёскость источника света	20 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости:	
• между рабочими поверхностями;	3:1 – 5:1
• между поверхностями стен и оборудования.	10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

Произведем расчет освещения производственного помещения. Рассматриваемое помещение имеет светлый цвет потолков и стен, серое покрытие пола. Длина помещения (А) – 7 м., ширина (В) – 8 м., высота (Н) – 3 м. Высота рабочей поверхности ($h_{рп}$) – 0,8 м, требуемая освещенность (Е) – 300 лк. Приблизительные коэффициенты отражения, согласно таблице 1.9.3 из «Пособие к МГСН 2.06-99 Расчет и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий» [28]: для побеленного потолка – 0,7; для побеленных стен при незанавешенных окнах – 0,5. Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$. В качестве источника света используются светильники ОД (интегральный критерий оптимальности $\lambda = 1,4$). Расстояние светильника от перекрытия $h_c = 0,1$ м. Длина светильника $l_{св} = 1,23$. Определим расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{рп} = 3 - 0,1 - 0,8 = 2,1\text{м} \quad (16)$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda * h = 1,4 * 2,1 = 2,94\text{м} \quad (17)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{2,94}{3} = 0,98\text{м} \quad (18)$$

Количество рядов светильников:

$$n_{ряд} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(8 - \frac{2}{3} * 2,94)}{2,94} + 1 \approx 3 \quad (19)$$

Количество светильников в ряду:

$$n_{св} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{св} + 0,5} = \frac{(7 - \frac{2}{3} * 2,94)}{1,23 + 0,5} \approx 3 \quad (20)$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м).

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 18$.

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{56}{2,1 * (7+8)} = 1,7 \quad (21)$$

По таблице коэффициентов использования светового потока светильников с лампами накаливания определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,52$ [28].

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z}{N_L * \eta} = \frac{300 * 56 * 1,5 * 1,1}{18 * 0,51} = 3019 \text{ лм} \quad (22)$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} * 100\% \leq 20\% \quad (23)$$

$$-10\% \leq -5,49 \leq 20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 18 * 40 = 720 \text{ Вт}$$

5.2.2 Повышенный уровень шума

Повышенный шум в пределах 40-70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном воздействии может стать причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем шума свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При воздействии высоких уровней более 140 дБ возможен разрыв барабанных перепонок, контузия или смерть. Шумовое загрязнение на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

При выполнении работ, описанных выше специалист может отказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: персональные компьютеры, акустический сенсор, электрическое устройство и др.

Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование. В связи с этим эквивалентный уровень шума не должен превышать 50 дБ [29].

5.2.3 Повышенная или пониженная влажность воздуха и напряженность электрического поля

Энергетическое влияние электромагнитного излучения может быть различной степени и силы. От неощутимого человека (что наблюдается наиболее часто) до теплового ощущения при излучении высокой мощности, но подобный эффект проявляет себя только при превышении допустимого уровня. Помимо электромагнитного излучения, при работе компьютера образуется электростатическое поле, оно способно деионизировать окружающий воздух. Компьютер, при долгой работе, нагревается, что делает воздух не только слабо ионизированным, но и сухим. Такой воздух является очень вредным, он тяжелый для дыхания и способствует, при благоприятной среде, развитию многих аллергических заболеваний и, соответственно, болезней органов дыхания.

Согласно «ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление», Защитное заземление или зануление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции [30].

Во время работы за персональным компьютером предельно допустимое значение напряжения прикосновения и токов не должно превышать 0,5 секунды [31].

В таблице 36 представлены предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах.

Таблица 36 – Предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		локальное	
	ПДУ	ПДУ магнитной	ПДУ	ПДУ магнитной
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

В таблице 37 представлены допустимые уровни электромагнитных полей.

Таблица 37 – Допустимые уровни электромагнитных полей

Наименование параметра	
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея до электрической составляющей, В/м, не более:	
в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25
в диапазоне частот 2 – 400 кГц	2,5
Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более:	250
в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	
в диапазоне частот 2– 400 кГц	25
Поверхностный электростатический потенциал, В, не более	500

Для снижения уровня излучений проводятся следующие мероприятия:

- применение средств индивидуальной защиты, направленных на экранирование пользователя ПК целиком или отдельных частей его тела.
- употребление профилактических напитков;
- использование других технических средств защиты от электромагнитных излучений;
- сертификация ПК и аттестация рабочих мест;
- применение фильтров и экранов;
- организационно-технические мероприятия;

- в рассматриваемом помещении уровень напряженности электромагнитного поля не превышает предельно-допустимые значения согласно проводимым проверкам соблюдения требований по организации работодателем системы охраны труда.

5.2.4 Перегрузки

Основными перегрузками инженера-разработчика являются:

- статические, за счет длительного пребывания в вынужденной рабочей позе или длительным статическим напряжениям отдельных групп мышц при выполнении работ;
- умственные, из-за ситуаций информационных перегрузок, когда человек не справляется с задачей, не успевает принимать верные решения в требуемом темпе при высокой ответственности за последствия принятых решений или усталости;
- перегрузка анализаторов – возникает, когда одно или несколько чувств тела испытывают чрезмерную стимуляцию со стороны окружающей среды (шум, световые раздражители, средства массовой информации и др.) [32].

5.3 Экологическая безопасность

Продукт реализации проекта является нематериальным, и, следовательно, может рассматриваться только вместе с ЭВМ. Их производство включает в себя токсичное сырье, которое подлежит специальной утилизации и переработке – без них материалы способны, постепенно разрушаясь, наносить непоправимый вред экологии и здоровью человека. Многие предметы офисной техники, после завершения срока своей эксплуатации, становятся опасными отходами, которые могут оказать вред атмосфере, гидросфере и литосфере. Например, ЖК-экраны являются большим источником парниковых газов, а люминесцентные лампы содержат в себе от 10 до 70 мг ртути.

Согласно «ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения» [33], отработанную технику (в том числе ЭВМ) запрещается выбрасывать наряду с обыкновенным мусором, а необходимо обратиться в специальные службы для ее утилизации или переработки.

Также для обеспечения экологической безопасности и безвредной утилизации отходов в офисе используется практика по селективному сбору мусора.

По статистике вышедшие из строя люминесцентные лампы являются одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения. Помимо стекла и алюминия каждая лампа содержит приблизительно 60 мг ртути, поэтому отработавшие люминесцентные лампы являются опасным источником токсичных веществ.

Утилизация таких ламп заключается в их передаче перерабатывающим предприятиям, которые имеют специальное оборудование для переработки вредных ламп в безвредное сырье – сорбент, которое может являться материалом для других производств. Отработанные люминесцентные лампы относятся к отходам, которые собираются и сортируются отдельно, поэтому их утилизация и хранение должны отвечать определенным требованиям.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Для офиса, в котором ведется разработка, наиболее вероятно возникновение такой ЧС как пожар, который может возникнуть при замыкании электропроводки оборудования, обрыве проводов или же при несоблюдении мер пожарной безопасности.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 [34], обеспечение безопасности людей при возникновении чрезвычайной ситуации является обязательной задачей для всех государственных систем и подразделений. Для профилактики возникновения

ЧС должен проводиться следующий комплекс мер по предотвращению возгорания:

- не допускается блокирование или загромождение пожарных выходов;
- необходимо проводить регулярные проверки первичных средств для тушения пожаров и систем оповещения;
- во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС»;
- должны проводиться инструктажи по пожарной безопасности и тренировки действий в случае возникновения пожаров;
- необходимо правильное содержание и эксплуатация электрических приборов;
- должны соблюдаться установленные в организации правила противопожарной безопасности;
- помещения с ЭВМ должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения (разрешается использование углекислотных и порошковых огнетушителей);
- недопустимо использовать для тушения пожара пенные огнетушители или воду, так как они проводят электрический ток;
- помещения с ЭВМ должны проектироваться согласно I или II степени огнестойкости.

Рассматриваемое помещение оснащено средствами пожаротушения в соответствии с нормами:

- Огнетушитель пенный ОП-10 – 1 шт.
- Огнетушитель углекислотный ОУ-5 – 1 шт.

В помещении и на этаже присутствуют следующие средства оповещения:

- световая индикация направления движения к выходу в коридорах этажа;
- звуковая индикация, которая представляет собой систему оповещения о пожаре через громкоговоритель;
- пассивные датчики задымленности.

Чтобы минимизировать вероятность возникновения пожара нужно своевременно проводить профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара, такие как:

- систематическое наблюдение за состоянием электропроводки;
- выключение питания оборудования при завершении работы и покидании рабочего места;
- периодическое проведение инструктажа по пожаробезопасности для персонала.

При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае, если система не сработала по каким-либо причинам, необходимо нажать тревожную кнопку или самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов. На рисунке 34 продемонстрирована схема плана эвакуации.

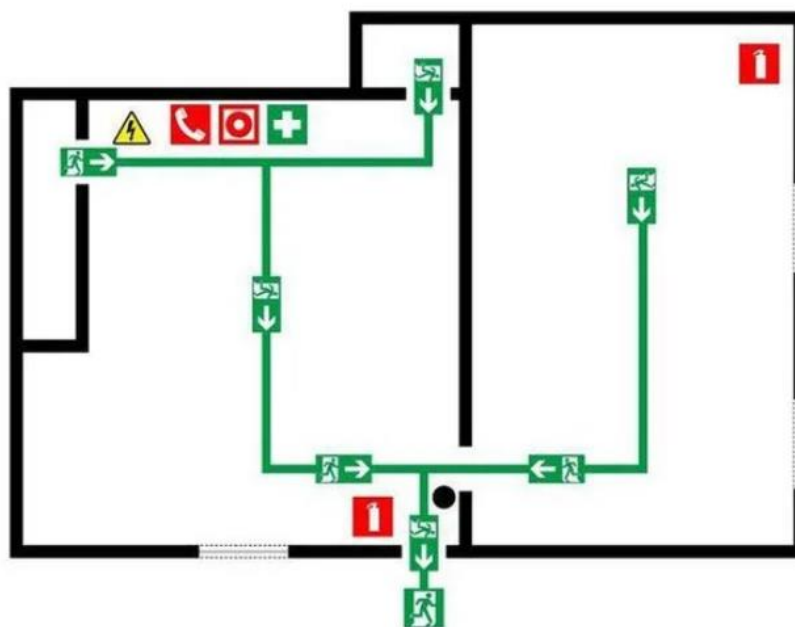


Рисунок 34 – План эвакуации

Выводы по главе «Социальная ответственность»

В данном разделе был произведен анализ рабочего помещения, анализ вредных и опасных факторов и методы минимизации их воздействия на человеческое здоровье. Были рассмотрены нормативы освещения, шума, электробезопасности помещения. Исходя из полученных данных, можно утверждать, что оно соответствует требованиям законодательства РФ. Также были рассмотрены аспекты экологической, производственной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях (на примере пожароопасности).

Заключение

Для реализации веб-сервиса был произведен анализ предметной области и обзор существующих аналогов. На основе результатов анализа были определены функциональные требования к веб-сервису, выбраны средства разработки серверной и клиентской частей веб-сервиса, а также комплектующие для специализированного метеорологического устройства.

В результате проектирования веб-сервиса спроектирована модель БД, созданы UML-диаграммы вариантов использования и классов, а также карта веб-сервиса. Для представления этапов работы некоторых модулей были созданы UML-диаграммы деятельности и последовательности.

Собрано и прошито замеряющее устройство, а также произведена его поверка.

В рамках реализации серверной части приложения были выполнены следующие работы:

- реализована регистрация и авторизация в системе;
- реализован личный кабинет пользователя с возможностью редактирования личной информации;
- реализована уникальная загрузка и сохранение собранных данных;
- разработан функционал администрирования;
- реализовано отображение карты местности, которая отображает метки с последними зафиксированными значениями показателей;
- реализовано формирование виджетов, описывающих актуальное состояние и динамику изменений окружающей среды;
- реализована выгрузка выбранных метеорологических данных с веб-сервера;
- реализовано отображение ранее сохраненных данных с возможностью фильтрации;
- реализован модуль логирования.

В рамках реализации клиентской части веб-приложения созданы

следующие веб-страницы: «Главная», «Хронологический график», «Личный кабинет», «Регистрация», «Авторизация», «Новости», «Подробнее», «О проекте», «Контактная информация», «Загрузка», «История», «История загрузок пользователей» и «История загрузок пользователя».

В рамках тестирования разработанного проекта произведены следующие работы:

- тестирование интерфейса при изменении разрешения экрана;
- проверка на кроссбраузерность в популярных браузерах;
- написаны модульные тесты.

Практической новизной данной работы являются:

- функция определения количества загрузок пользователей;
- алгоритм подтверждения/отклонения администратором записей (отдельных измерений) пользователей;
- функция редактирования наименований станций;
- алгоритм формирования меток с метеорологическими данными на карте, на основе координат станции и актуальных значениях показателей для данной станции, полученных из БД;
- алгоритм определения рекомендации, путем расчета всех актуальных значений показателя и сопоставления полученного значения с диапазоном соответствующего показателя;
- способ загрузки полученного датасета через веб-сервис;
- выгрузка выбранных метеорологических данных с веб-сервера;
- формирование настраиваемых графиков.

Научной новизной данной работы являются:

- алгоритм формирования датасета (файл в формате csv) на основе значений, полученных с помощью подключения датчика к персональному компьютеру через USB кабель и дополнительной настройки для подключения к COM-порту;
- алгоритм формирования виджета: вычисление текущего значения показателя, путем усреднения актуальных значений со всех станций;

построение графика, содержащего данные в определенный момент времени, на основе которых определяется цвет колонки; формирование краткой информации по графику.

В разделе «Финансовый менеджмент» обоснована ресурсоэффективность разработки веб-сервиса.

В разделе «Социальная ответственность» был проведен анализ рабочего помещения, вредных и опасных факторов, и методы минимизации их воздействия на человеческое здоровье. Также рассмотрены аспекты экологической, производственной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях (на примере пожароопасности).

На английский язык переведены главы: анализ предметной области, обзор аналогов систем мониторинга воздуха, описание выбранных средств разработки, проектирование веб-сервиса и описание метеорологического прибора.

Все поставленные задачи в ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены в полном объеме.

Conclusion

To realize the web service, an analysis of the subject area and an overview of existing analogues were made. Based on the results of the analysis, the functional requirements for the web service were identified, the development tools for the server and client parts of the web service were selected, as well as components for a specialized meteorological device.

As a result of the web service design, a database model was designed, UML diagrams of use cases and classes were created, and a web service map was created. UML activity diagrams and sequences were created to represent the steps of work of some modules.

The measuring device has been assembled and stitched, and its verification has been performed.

As part of the implementation of the server part of the application, the following works were performed:

- registration and authorization in the system was implemented;
- the user's personal account was implemented with the ability to edit personal information;
- a unique loading and saving of the collected data was implemented;
- the administration functionality has been developed;
- a map of the area was implemented, which displays markers with the last recorded values of indicators;
- the formation of widgets describing the current state and dynamics of environmental changes was implemented;
- unloading of the selected meteorological data from the web server was implemented;
- the display of previously saved data with the possibility of filtering was implemented;
- the logging module was implemented.

As part of the implementation of the client part of the web application, the

following web pages have been created: «Home», «Chronological schedule», «Personal Account», «Registration», «Authorization», «News», «Details», «About», «Contact information», «Download», «History», «User Download History».

As part of the testing of the developed project, the following works were performed:

- testing the interface when changing the screen resolution;
- checking for cross-browser compatibility in popular browsers;
- unit tests have been written.

The practical novelty of this work is:

- the function of determining the number of user downloads;
- the algorithm of confirmation/rejection of records by the administrator;
- station name editing function;
- an algorithm for forming markers with meteorological data on the map, based on the coordinates of the station and the actual parameters for this station, obtained from the database;
- an algorithm for determining the recommendation by calculating all the actual values of the indicator and comparing the obtained parameter with the range of the corresponding indicator;
- the method of downloading the received dataset through a web service;
- downloading selected meteorological data from a web server;
- formation of customizable graphs.

The scientific novelty of this work is:

- Formation of a dataset with the collected data by connecting it to a personal computer through a USB cable and additional configuration of the connection to the COM port, and based on the values obtained, at a particular time, a row is formed and written to a file in csv format.
- Widget formation algorithm: calculation of the current indicator value by averaging the actual values from all stations; construction of a graph containing data at a certain point of time and based on a quantitative amount, the color of

the column is determined; formation of brief information on the graph.

In the section «Financial management» resource efficiency of web service development is justified.

In the section «Social responsibility», an analysis of the workplace, harmful and dangerous factors, and methods of minimizing their effects on human health was conducted. The aspects of environmental, industrial safety, safety in emergency situations (for example, fire danger) are also considered.

The following chapters have been translated into English: subject area analysis, an overview of analogs of air monitoring systems, a description of selected development tools, web service design and a description of a meteorological device.

All the tasks set during the implementation of the final qualifying work were fully completed.

Список публикация и достижений

- Диплом III степени за доклад на подсекции 3.7 «Разработка программного обеспечения» Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2022», Томск, ТУСУР, 2022.
- Ступин И. К., Разработка веб-сервиса по мониторингу состояния окружающей среды. // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР: Томск, 18-20 мая 2022. – Томск: В-Спектр, 2022 – (в печати).

Список используемой литературы

1. База данных [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015708> (дата обращения: 09.05.2022).
2. Круг Иттена [Электронный ресурс]. URL: https://skillbox.ru/media/design/chto_takoe_tsvetovoy_krug_ittena/ (дата обращения: 05.04.2022).
3. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001516> (дата обращения: 05.04.2022).
4. Air Quality Index: categories and types of air pollutants, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.conserve-energy-future.com/air-quality-index.php> (дата обращения: 20.02.2022).
5. Environmental protection agency, [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.epa.gov/ttn/ozone/web/pdf/airqual.pdf> (дата обращения 20.02.2022).
6. Мониторинг состояния атмосферного воздуха в г. Красноярске, [Электронный ресурс]. URL: <http://air.krasn.ru/> (дата обращения: 20.02.2022).
7. CityAir – система контроля качества воздуха, [Электронный ресурс]. URL: <https://cityair.io/ru/> (дата обращения: 20.02.2022).
8. РусГИС, [Электронный ресурс]. URL: <https://rusgis.rt.ru/> (дата обращения: 20.02.2022).
9. Анимированная карта качества воздуха в режиме реального времени, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iqair.com/ru/air-quality-map> (дата обращения: 20.02.2022).
10. Beijing Air Pollution: Real-time Air Quality Index, [Электронный ресурс]. URL: <https://aqicn.org/city/beijing/> (дата обращения: 20.02.2022).
11. Бабич А. В. Введение в UML //Лекция: Диаграммы прецедентов: крупным планом. [Электронный ресурс]. URL:

<http://www.intuit.ru/studies/courses/1007/229/lecture/5962-2016> (дата обращения: 12.03.2022).

12. Справочник по Razor для ASP.NET Core [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/mvc/views/razor?view=aspnetcore-3.1> (дата обращения: 12.03.2022).
13. SQL Server [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2017> (дата обращения: 29.04.2022).
14. Карта сайта // SEO News [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.seonews.ru/glossary/karta-sayta/> (дата обращения: 18.12.2021).
15. Диаграмма деятельности UML // Планерка [Электронный ресурс]. URL: <https://planerka.info/item/diagrammy-deyatelnosti-uml/> (дата обращения: 12.03.2022).
16. The sequence diagram // IBM Developer [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.ibm.com/articles/the-sequence-diagram/> (дата обращения: 12.03.2022).
17. Определение координат на карте [Электронный ресурс]. URL: <https://kakdobratsyado.ru/najti-po-koordinatam/> (дата обращения: 15.02.2022).
18. BME680 Datasheet, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme680-ds001.pdf> (дата обращения: 27.02.2022).
19. Начало работы с платой NodeMCU ESP8266 Lua. [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua/> (дата обращения: 12.13.2022).
20. Gismeteo [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/> (дата обращения: 29.04.2022).
21. Visual Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/> (дата обращения: 29.04.2022).
22. Трудовой кодекс РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ya-roditel.ru/parents/pravovaya-baza-po-mnogodetnym-semyam/docs-right/Трудовой%20кодекс%20Российской%20Федерации%20от%2030.12.2>

- 001%20N%20197-ФЗ%20(ред.%2009.03.2021).pdf (дата обращения: 01.05.2022).
23. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. URL: http://umka-nadym.ru/media/sub/962/documents/СанПин_1.2.3685-21_от_28.01.2021_2.pdf (дата обращения: 01.05.2022).
 24. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012832> (дата обращения: 01.05.2022).
 25. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012832> (Дата обращения: 01.05.2022).
 26. «ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения: 03.05.2022).
 27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 01.05.2022).
 28. Пособие к МГСН 2.06-99 Расчет и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005932> (дата обращения: 01.05.2022).
 29. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения: 01.05.2022).
 30. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.com/158223512-Gost-sistema-standartov->

bezopasnosti-truda-elektrobezopasnost-zashchitnoe-zazemlenie-zanulenie.html
(дата обращения: 01.05.2022).

31. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 01.05.2022).
32. МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072234> (Дата обращения: 03.05.2022).
33. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020658> (дата обращения: 01.05.2022).
34. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 01.05.2022).

Приложение А

(справочное)

Chapter 6 «Research of the subject area and web service design»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ02	Ступин Илья Константинович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Соколова Вероника Валерьевна	к.т.н., доцент		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Диденко Анастасия Владимировна	к.ф.н., доцент		

6 Introduction

The role of clean air in people's lives is difficult to underestimate since it is the main factor influencing the health of the population and the environmental condition of the Earth. At this point, the issue of the ecological state of the environment is getting increasingly relevant. Due to this fact, many countries of the whole world, including Russia, are developing and implementing ecological monitoring systems. Unfortunately, polluted atmosphere easily overcomes enormous distances from the source of pollution, for instance, an enterprise, a city or a country, which makes this issue common to the entire population of the Earth. Therefore, now when both climate change and human impact on the planet continue to intensify there is a significant necessity to monitor the environment.

Many various environmental monitoring systems enable gathering and analysis of incoming information in the manner of meteorological data in dynamics and, in addition to this, informing people about the state of the air in the atmosphere. The intention to develop and expand such systems is a very time-consuming operation, which involves significant costs from regional and municipal budgets. To minimize expenses, a solution is proposed to use modern information technologies. The relevance of this area is that with the application of such systems, it will be possible to timely identify major and local problems related to air pollution and the environmental situation as a whole.

Frequently, environmental statistics collected by an organization do not provide comprehensive information, which limits the understanding of the real situation. The coverage of air monitoring not only in the Russian Federation, but also in the whole world, in a number of cities is either insignificant or absent at all, this problem causes puzzlement, since atmospheric pollution is a serious problem for all living beings on the Earth.

The purpose of this academic paper is to describe, develop and demonstrate an implemented web service focused on determining the state of the environment as well as capable of evaluating the collected data and providing the necessary information in

a convenient format to the end user. The totality of giving regular, punctual, and accurate information, with the help of which it is possible to construct the dynamics of changes in indicators, is the main task of this research.

6.1 Environmental monitoring system

Environmental monitoring is a set of regular control and observations, characterized according to an unchangeable software for evaluating the condition of the environment [3]. Any environmental monitoring system necessarily has to accumulate information from indications, taken from various sources with sufficient accuracy to provide correct results.

The majority of monitoring complexes concentrate their attention on the most common and dangerous environmental pollutants, as they need constant monitoring. For air quality control systems, it is most important to track the microparticles of the following substances: carbon oxide, nitrogen, sulfur dioxide, ozone, dust, PM_{2.5} (microfine particle), as well as the air quality index.

6.1.1 Air quality index

All the world environmental government agencies use the AQI (Air Quality Index) indicator for numerical assessment of air quality. This is a numerical scale used for air quality reports for human health and the environment, in understandable designations for the public [4]. For convenience, the ranking of this indicator has been introduced. Each layer (category) is assigned its own color starting from green, ending with maroon, where green is harmless, maroon is a natural disaster. There are certain recommendations for each risk category, more visual information is presented in Table 38. A high level of AQI means increased air pollution and a serious threat to health [5].

Table 38 – Categories of AQI index values

Index value	Description	Colour
0-50	Good	Green
51-100	Medium	Yellow
101-150	Harmful to sensitive groups	Orange
151-200	Unhealthy	Red
201-300	Very harmful to health	Violet
301-500	Dangerous	Maroon

The quantitative value itself is calculated based on five pollutants: ozone (O₃), suspended particles (PM), carbon oxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂).

6.1.2 Review of analogs of air monitoring systems

Currently, there are varieties of geoinformation projects that can monitor the environment, provide current meteorological data and form recommendation actions for online users. For example, a local atmosphere monitoring system works in the Krasnoyarsk region, using information from various sources located in Krasnoyarsk. The cooperative development of Novosibirsk and Moscow researchers/developers of the «City Air» air quality control system, with the grant support of the «Skolkovo» Foundation, provides tools for calculating and constantly predicting the state of the air environment. The following indicators are used: AQI, aerosol particles PM_{2.5} and PM₁₀, as well as temperature, pressure and humidity.

The development of the company «RusGIS Technologies» LLC, geoinformation service «Air», which allows extensive monitoring using portable installations. It should be mentioned the Swiss company IQAir, which developed the IQAirmap web service, that provides information on atmospheric air pollution by key indicators. Additionally, the non-commercial web service World Air Pollution should be mentioned, which works together with the UN and the World Health Organization.

6.1.3 Description of the chosen development instruments

The implementation of the project should be performed with the help of modern instruments capable of effectively and completely solving the task. For the development of the backend of the web service, the programming language (programming language) C# and the platform ASP.NET Core MVC were chosen, which has an intellectual handler of the program code of dynamic Razor web pages. Table 39 demonstrates the justification for choosing a programming language for the backend.

Table 39 – Comparison of programming languages

Metric	Metric weight	C#	PHP	Python	Java
Experience of working with a programming language	0.4	10	1	2	3
Development speed	0.3	10	5	6	6
Fault tolerance of the implemented application	0.2	7	7	8	8
Efficiency	0.1	8	7	7	8
Sum	1	9.2	4	4.9	5.4
Result, %		92%	40%	49%	54%

To develop the client part of the web service, the jQuery library was chosen along with the jQuery-UI library, which is an add-on on top of the jQuery JavaScript library, and the Chart library.js is designed for creating graphs. Table 40 shows the justification for choosing a library for the client part.

Table 40 – Comparison of libraries for the client part of the application

Metric	Metric weight	JS, jQuery	JS, React	JS, AngularJS	Vue.js
Having experience working with a programming language	0.4	10	3	4	3
Development speed	0.3	10	5	4	3
Efficiency	0.2	9	7	7	9
Low entry limit	0.95	7	6	6	7
Library size	0.05	7	4	2	10
Sum	1	9.5	4.6	4.6	4.75
Result, %		95%	46%	46%	47.5%

To display the map on a web page, a web geoservice based on the Yandex.Maps Javascript API has been chosen, which has wide features. Table 41 shows the reasoning for selecting a web geoservice.

Table 41 – Comparison of web geoservices for map display

Metric	Metric weight	Yandex. Maps	Google Maps	OpenStreet-Map	2GIS
Having experience working with geoservice	0.4	8	7	8	5
Development speed	0.3	10	9	7	7
Convenient documentation	0.2	9	9	7	7
Low entry limit	0.1	9	8	8	7
Efficiency	0.05	9	8	7	7
Amount	1	9.35	8.5	7.85	6.55
Result, %		93.5%	85%	78.5%	65.5%

According to the results of the analysis presented in Tables 39-41, it can be seen that the main advantages are the availability of work experience and the speed of development. To calculate the total assessment of the technology, taking into account the weight, the following formula is used:

$$\text{Amount} = \sum_{i=1}^n (\text{metric 's weight} * \text{technology evaluation}), \quad (24)$$

where «n» is the number of technologies.

Based on the results of the analysis and compilation of functional requirements, the necessary functionality of the web service has been identified, which comprehensively satisfies the user. Taking into account the capabilities of the service, the development methods have been identified, with the help of which it will be possible to realize all of the listed functionality, more efficiently and quickly, without breaking the developed work schedule.

6.2 Designing a web service for environmental monitoring

6.2.1 Definition of requirements

The web service being developed must satisfy the following requirements:

- the possibility of improvement and support throughout the entire life cycle of the web service (error correction, increase in functionality) should be opened;
- reliability while entering data, the operation of the web service should be stable and provide an auxiliary function in the form of hints;
- during the occurrence of an error, the system must guarantee an operable condition;
- the work of the entire application, starting from the transition between pages, ending with calculations and information output, should be performed in an acceptable time;
- the operation of the web service should be intuitive and convenient for all end users, without taking into account their qualifications.

6.2.2 Web Service Map

Figure 35 shows a web service map [14], which shows possible movements through the web pages used. A bidirectional «arrow» (without a pointer) indicates the possibility of switching between pages in both directions. Figure 35 purposely skips the connection of the transition between pages from different logical blocks to blocks that are in a direct branch from the «Web service», thus, for instance, there is the possibility of switching from the «User Download History» page to the «Personal Account». This feature is not available only in the «Registration» and «Authorization» pages.

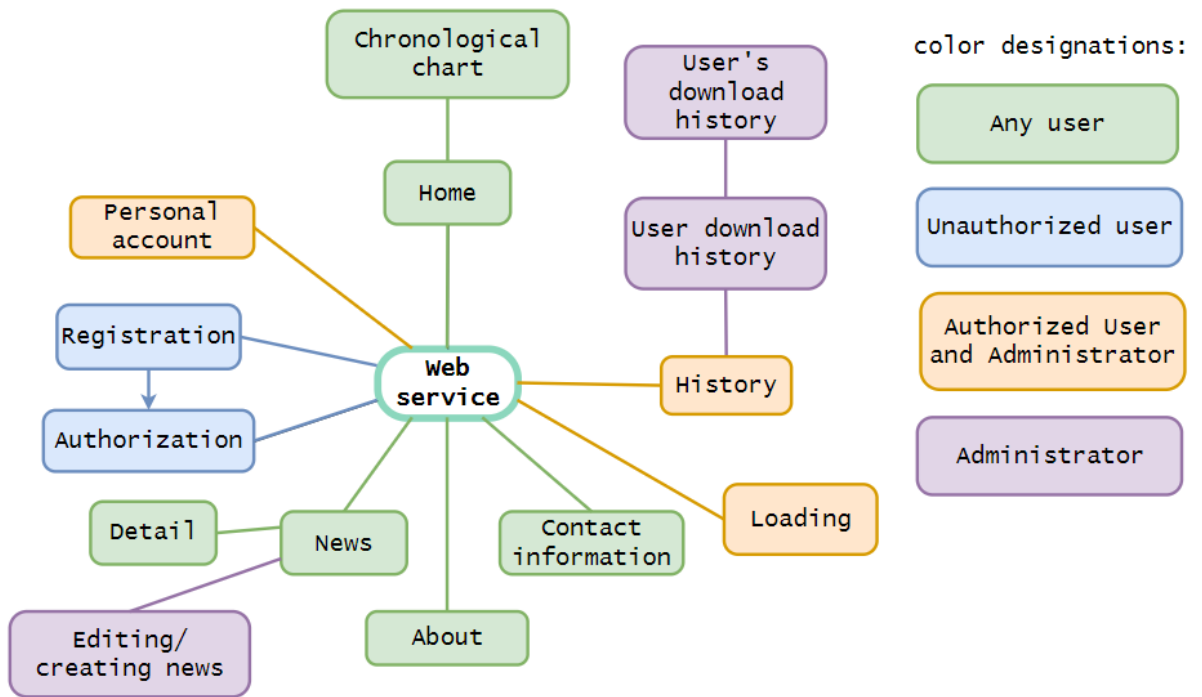


Figure 35 – Web service map

6.2.3 Diagrams of operations and sequences

For a clear understanding of the dataset loading process, an activity diagram is constructed [15]. Figure 36 shows the process of uploading a dataset containing indications from a sensor to a web service. The activator of the process is an authorized user or administrator. The end is a message to the user about the download status (successful/unsuccessful).

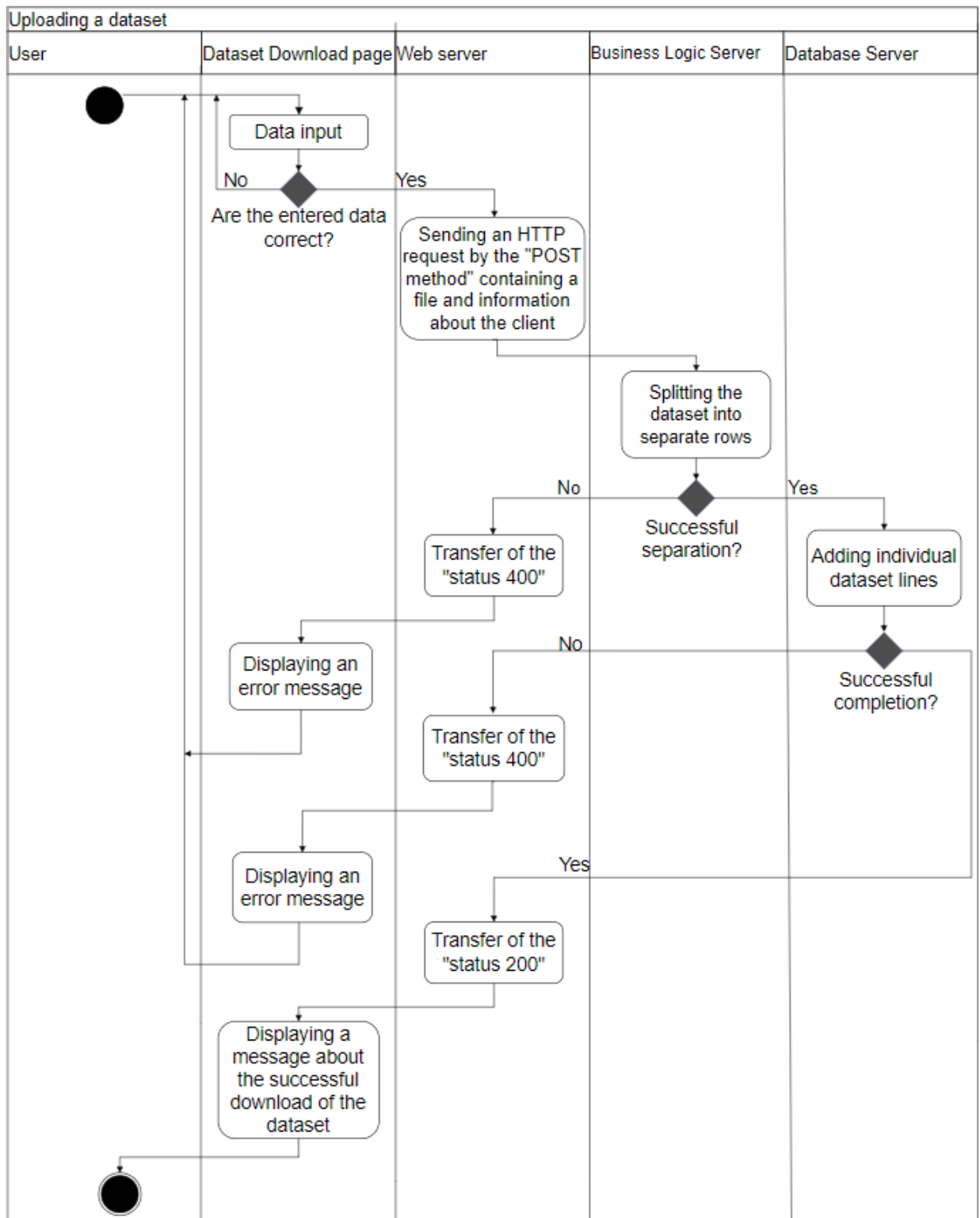


Figure 36 – The process of loading and processing the uploaded dataset

For a visual understanding of the content of the uploaded dataset, a page with a history output is needed. Since the number of uploaded measurements in one

uploaded file can reach a large number, filtering is necessary for convenient perception of information.

At the moment of clicking on the «History» web page, a default filter is used that displays all measurement records. The user, as already mentioned in the working functionality, has the ability of filter. When applied, an HTTP request is formed by the POST method, in which the direct filter settings are sent. This request goes through the web server and the business logic server to the database server, where the requested records are received. As a response, the requested list of measurements or an error message in case of an unforeseen situation will be transmitted to the History page.

In Appendix I shows a sequence diagram [16] to demonstrate obtaining measurements from sensors. The saved data from the measuring device gets into the database, however, when uploaded by an authorized user, they will not be taken into account in calculations and display, since the records are not confirmed by the administrator. The confirmation procedure by the administrator is essential as it provides further verification of the uploaded data. Additionally, the administrator can reject a separate record, in which case the measurement ceases to be taken into account in all calculations and demonstration.

While using confirmation on the «User Download History» page of a separate measurement, an HTTP request is generated by the POST method, in which a unique identifier of the record is transmitted. Similar to the description above, a request is generated in the database, where the appropriate change is applied. Appendix K shows a sequence diagram to demonstrate the verification of a separate record, containing the measurement of a separate indicator from a measuring device.

6.2.4 Class diagrams

For a better understanding of the inner structure of the program, it is necessary to build a class diagram, which will reflect a set of main classes, interfaces and their connections of the greatest interest. Appendix D shows class diagrams describing the relationships between entities.

The «AdminController» and «HomeController», «ErrorController» class refer to the application web server, they (controllers) accept all requests coming from the client part and form a response to the request. The «UserService» class, «EcologyService» and «ViewRenderServices», «ExcelServices» belong to the business logic server and implement the main functionality of the web service. The «ViewRenderService» class is used exclusively to convert a view (one of the components of the MVC model) into a line. The «AirSystemDBContext» class is a context class in which entities and relationships that have been defined in the database model are compared.

6.3 The device for measuring the main parameters

6.3.1 Measuring element

To supply the web service with information on the environmental situation, a replacement device is needed, which will provide an opportunity to take indications and transmit them. The device was assembled from an available digital sensor and a microcontroller to register the following indicators: AQI, temperature, humidity, atmospheric pressure.

The degradation of air quality in the overwhelming majority of cases is unnoticeable to humans, because pollution may not have a distinct smell or is simply invisible to the human eye. Nevertheless, extended exposure to poor quality air can lead to health problems.

The main requirements for the measuring element are the accuracy and quality of the collected values of meteorological indicators. A big inaccuracy is unacceptable because the supply of low-quality information can cause huge harm to the health of population, especially in the absence of alternative sources of information.

Taking into account the requirements, the BMW 680 sensor from Bosch Sensortec is suitable for use in the project. It combines linear and high-precision sensors of temperature, pressure, humidity and gas, and provides long-term stability and high resistance to electromagnetic interference [18]. Table 42 shows the main technical data of the integrated sensors.

Table 42 – Technical data of the integrated sensors

Indicator	Operating range	Margin of error	Measurement pitch	Unit of measurement
Temperature sensor	-40 – 85	± 1	0.01	$^{\circ}\text{C}$
Humidity sensor	0 – 100	± 3	0.008	%
Atmospheric pressure sensor	300 – 1100	± 0.6	0.18	hPa
Air quality sensor	0 – 500	± 4	1	–

The air quality sensor included in the BME680 is a metal-oxide sensor of organic volatile substances of the resistive type (consists of a metal oxide film), the resistance of which depends on the content of the air: respiratory products, volatile organic compounds, isoprene, acetone, ethanol, etc. It detects the above substances by adsorption (absorption of a substance from a gaseous medium by a surface layer of a solid, in this case a metal oxide, film, as shown in figure 37).

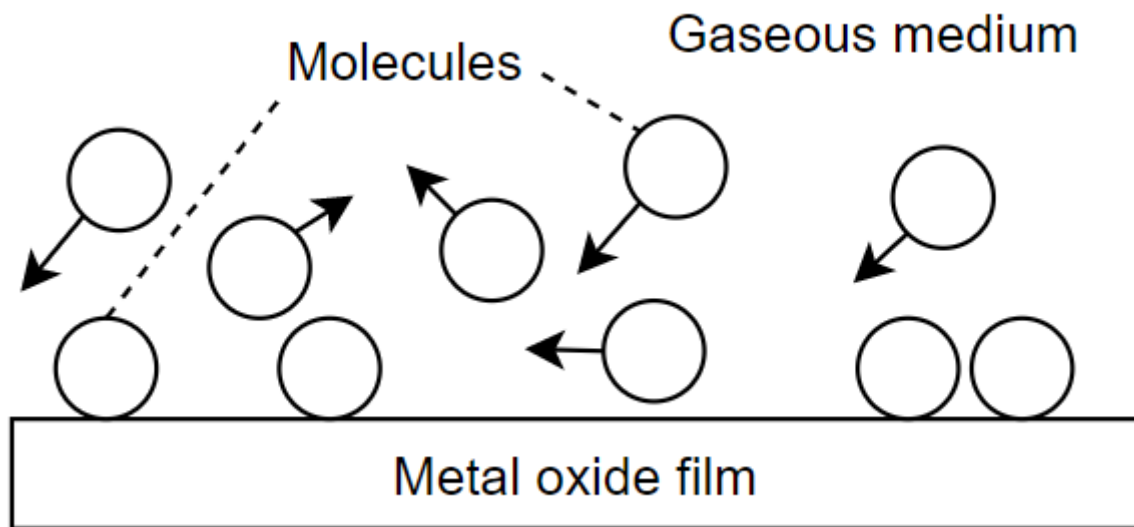


Figure 37 – Adsorption

When the sensor meets gas molecules, oxygen reacts and increases the conductivity on the surface of the film, thus determining the qualitative representation of the amount of pollutants in the atmosphere. However, it will not be possible to determine the content of a single pollutant with the help of it.

6.3.2 Specialized device description

The Arduino microcontroller on the NodeMCU Lua board has been chosen as the network interface controller, which is based on the ESP8266 platform, which allows sending data to a local network or the Internet using Wi-Fi technology, and also has the ability to update the firmware through USB [19]. The diagram of the device is shown in figure 38.

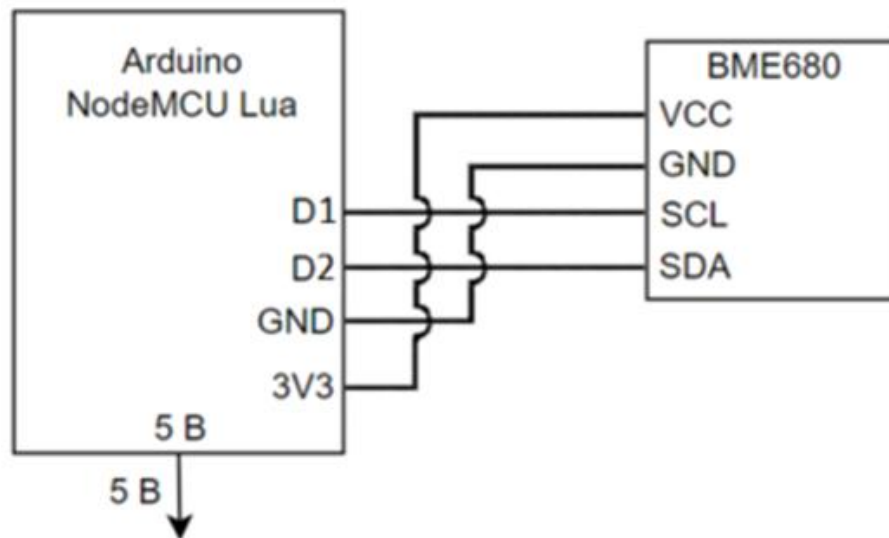
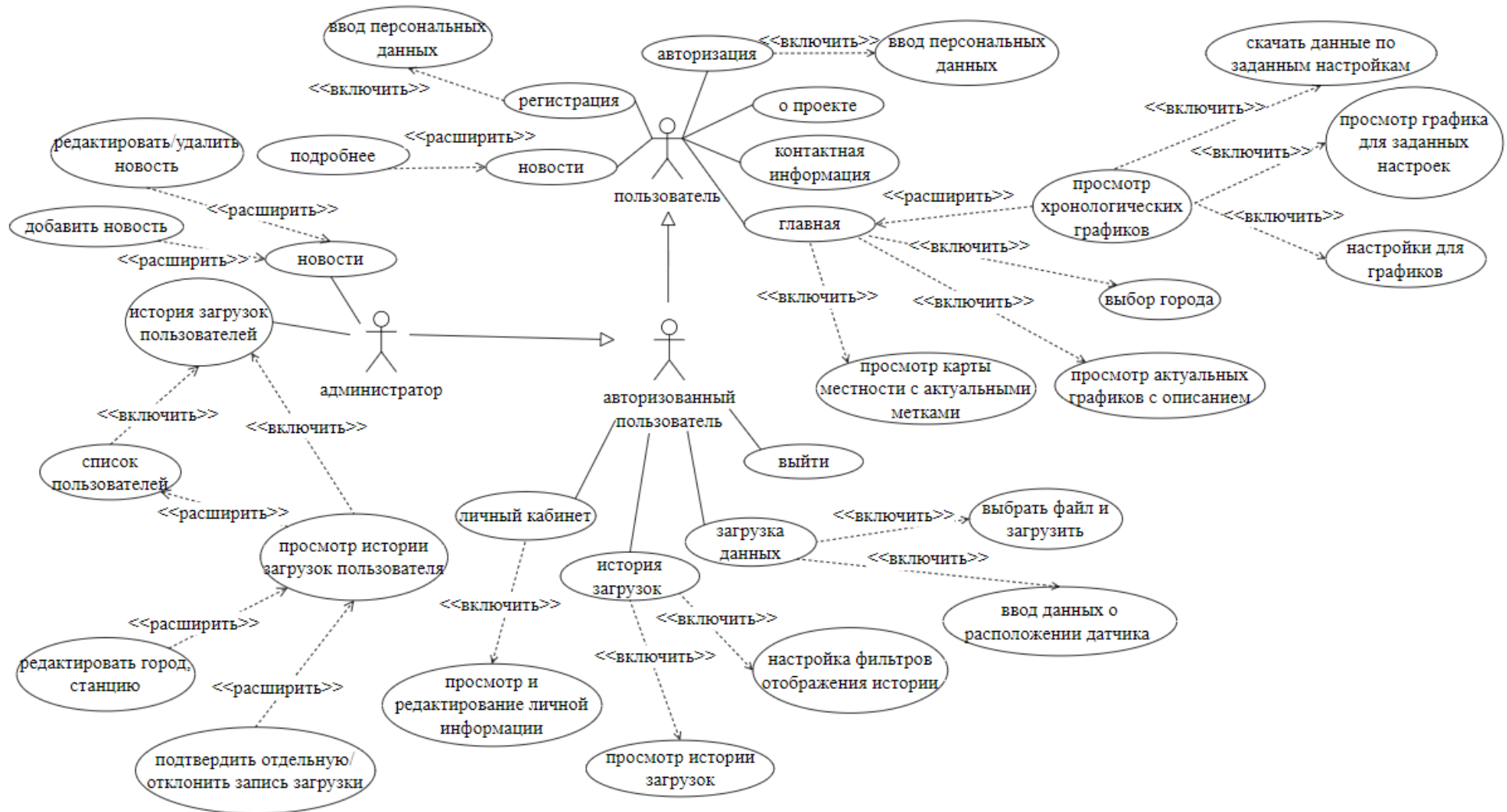


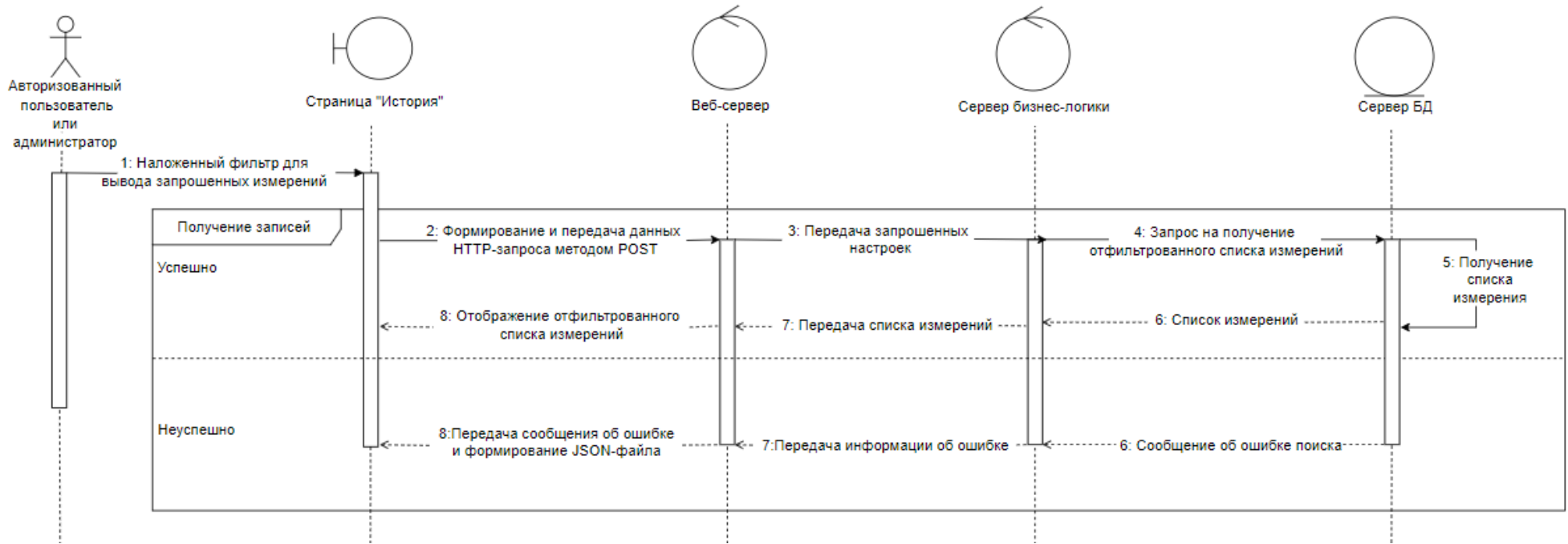
Figure 38 – Schematic diagram of the device

Data between the modules of the device is transmitted by the IIC interface (I2C) along the lines: the SDA (Data Line) and the SCL (Clock Line). GND is the point of zero potential of the microcircuit (ground), it is necessary to exclude the occurrence of a short circuit and the failure of the circuit. VCC is the positive voltage of the power bus relative to GND.

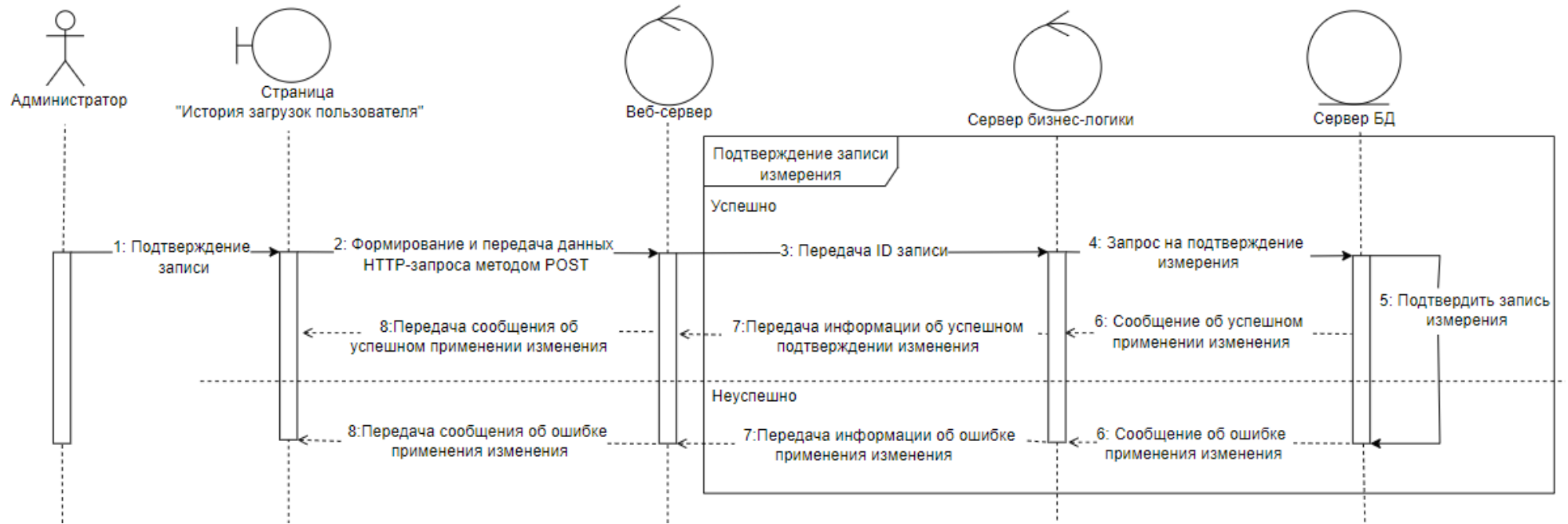
Приложение Б – Диаграмма вариантов использования пользователей веб-сервиса



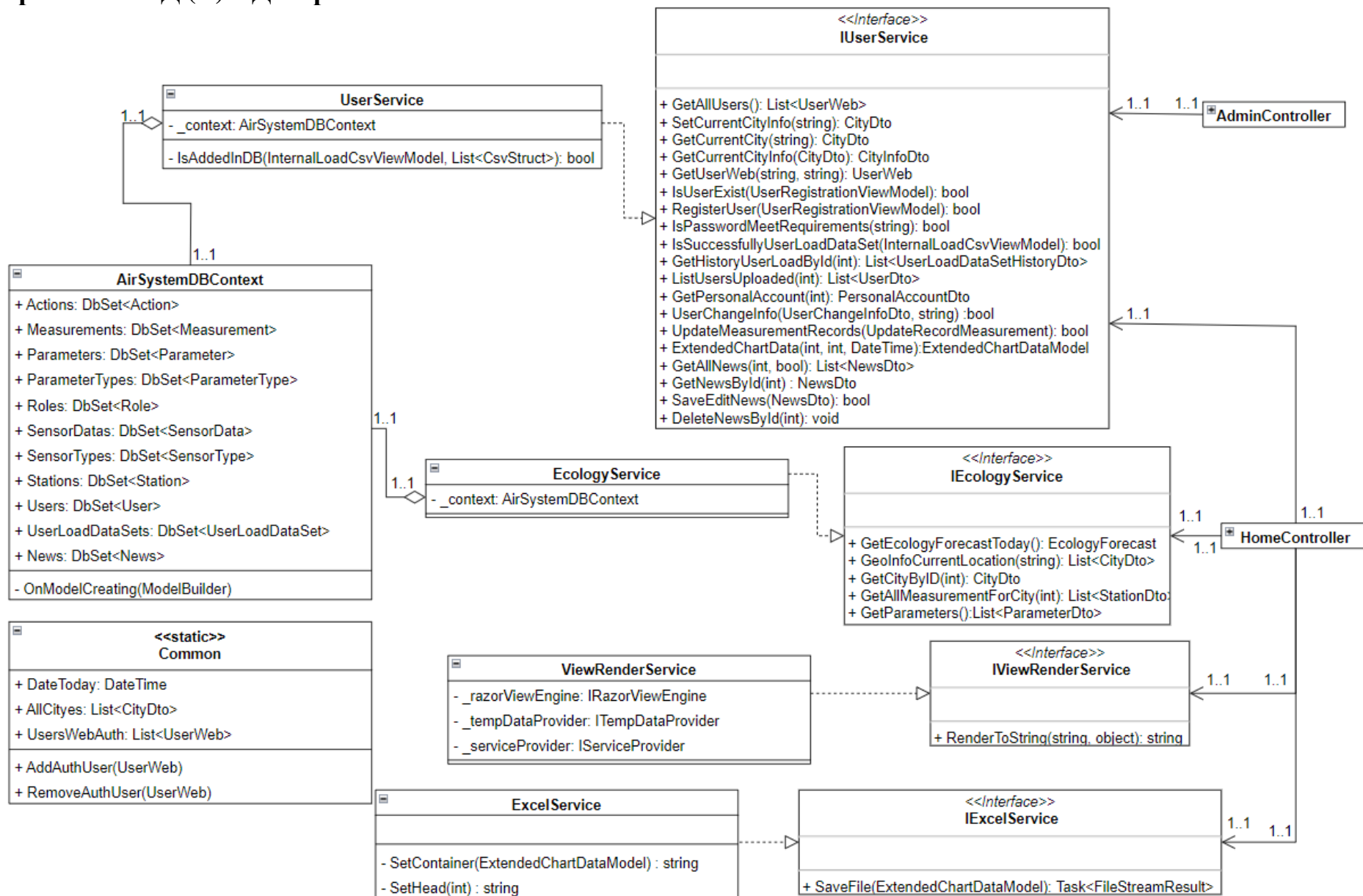
Приложение В – Получение списка измерений с учетом наложенного фильтра



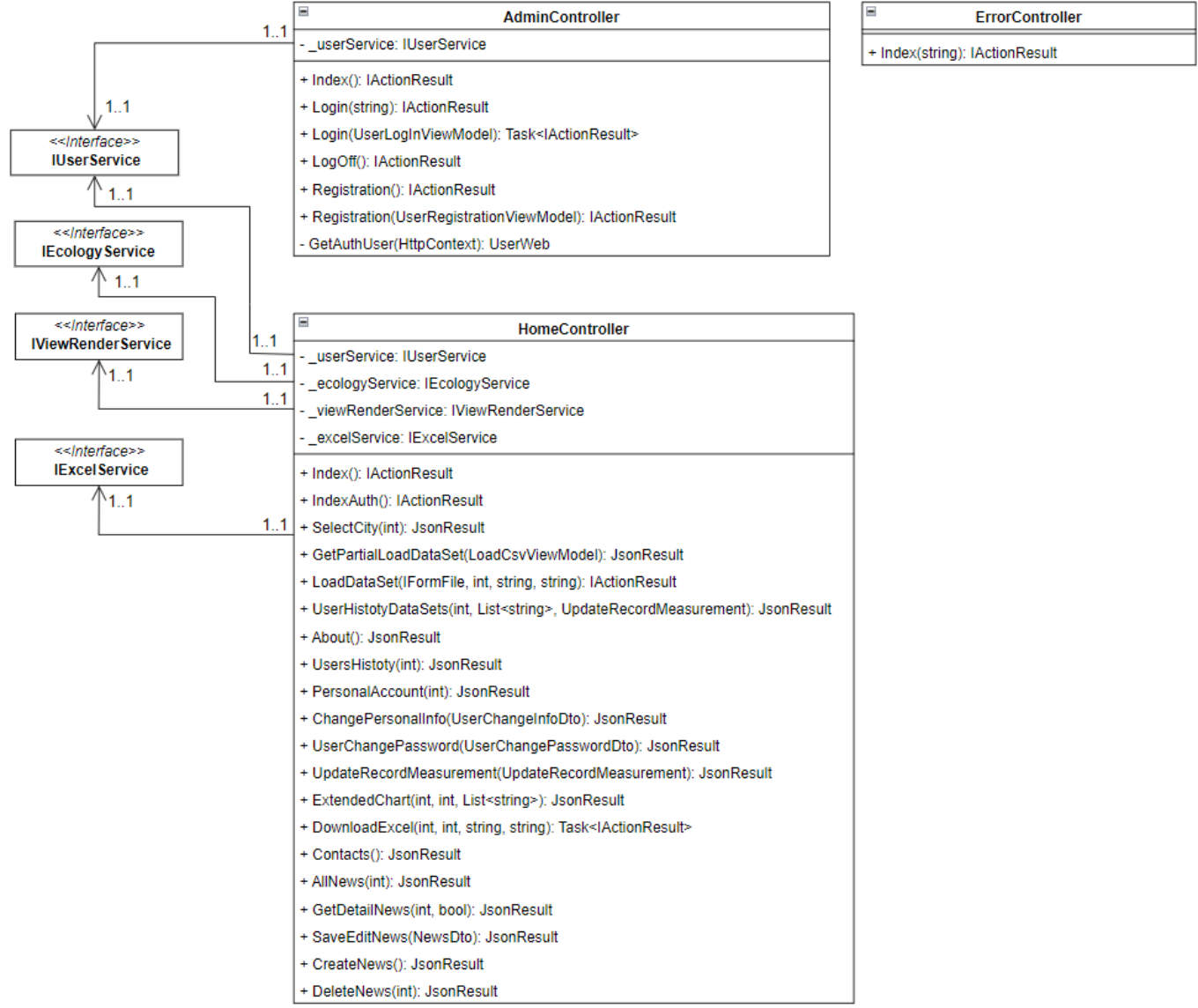
Приложение Г – Подтверждение записи измерения



Приложение Д (D) – Диаграмма классов



Продолжение приложения Д (D) – Диаграмма классов



Приложение Е – Трудоемкость выполнения работ

Название работы	Трудоёмкость работ									Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}			Длительность работ в календарных днях, T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни								
	Р	С	К	Р	С	К	Р	С	К	Р	С	К	Р	С	К
Выбор темы исследования (Анализ актуальности и практической значимости)	1	1	-	3	3	-	2	2	-	1	1	-	2	2	-
Исследование проблем и обзор литературы	-	15	-	-	35	-	-	23	-	-	23	-	-	35	-
Описание функционала разрабатываемого проекта	3	-	-	9	-	-	6	-	-	6	-	-	9	-	-
Проектирование архитектуры, дизайна	-	20	-	-	30	-	-	24	-	-	24	-	-	36	-
Создание специализируемого датчика	-	10	-	-	30	-	-	18	-	-	18	-	-	27	-
Разработка серверной части веб-сервиса	-	45	-	-	60	-	-	51	-	-	51	-	-	76	-
Разработка клиентской части веб-сервиса	-	30	-	-	45	-	-	36	-	-	36	-	-	54	-
Тестирование веб-сервиса	-	35	-	-	75	-	-	51	-	-	51	-	-	77	-
Систематизирование и оформление результатов	-	10	-	-	20	-	-	14	-	-	14	-	-	21	-
Обсуждение результатов с научным руководителем и консультантами по разделам ВКР	8	8	8	14	14	14	11	11	11	4	4	4	6	6	6
Проверка работы	2	-	-	5	-	-	4	-	-	4	-	-	6	-	-

Примечание: Руководитель (Р); Студент (С); Консультанты (К).

Приложение Ж – Календарный план-график выполнения ВКР

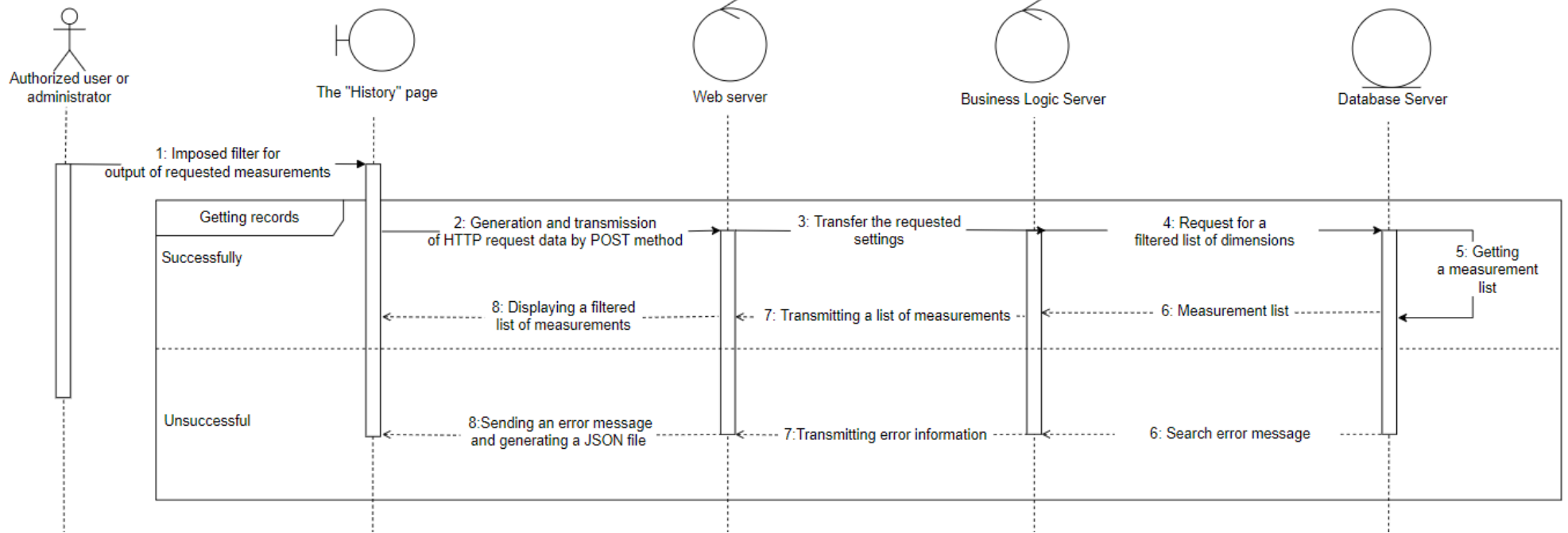
Код работы	Вид работ	Исполнители	Т _к , ч.	Продолжительность выполнения работ																					
				Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Выбор темы исследования (Анализ актуальности и практической значимости)	Р, С	4	■																					
2	Исследование проблем и обзор литературы	С	35	■	■	■	■	■	■																
3	Описание функционала разрабатываемого проекта	Р	9		■	■	■																		
4	Проектирование архитектуры, дизайна	С	36			■	■	■	■	■															
5	Создание специализируемого датчика	С	27					■	■	■	■	■	■	■											
6	Разработка серверной части веб-сервиса	С	76							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
7	Разработка клиентской части веб-сервиса	С	54									■	■	■	■	■	■	■	■	■					
8	Тестирование веб-сервиса	С	77									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9	Систематизирование и оформление результатов	С	21																			■	■	■	
10	Обсуждение результатов с научным руководителем и консультантами по разделам ВКР	Р, К, С	18																			■	■	■	
11	Проверка работы	Р	6																					■	

■ – Руководитель (Р)

■ – Консультанты (К)

■ – Студент (С)

Appendix I – Obtaining measurements from sensors



Appendix K– Confirmation of measurement recording

