

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра «Прикладная математика и информатика»
(наименование)

09.03.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Разработка программного обеспечения
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Разработка приложения для визуализации данных о горимости лесов»

Обучающийся И.А. Марушкин _____
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Н.Н. Казаченок _____
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Представленная бакалаврская работа освещает вопросы и проблемы разработки и практического внедрения аналитического геометеорологического программного обеспечения для мониторинга лесных пожаров.

Целью проведенной работы стало упрощение анализа данных по лесным пожарам для сотрудников исследовательских отделов ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации, а также создание программной базы для прогнозирования лесных пожаров и ресурсов на их ликвидацию в последующих релизах.

Реализованный проект качественно меняет процесс обработки данных, что подтверждено результатами тестов на исследовательской базе ВНИИЛМ, упрощая процесс генерации отчетов и создавая дашборды и представления данных, упрощающих процесс принятия решений по ключевым проблемам и потребностям обеспечения защиты населения и ресурсов государства от лесных пожаров.

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Постановка задачи на разработку приложения для визуализации данных о горимости лесов.....	8
1.1 Организационная структура и специфика деятельности объекта исследования.....	8
1.2 Анализ процесса горимости в лесах. Виды и классификация лесных пожаров.....	12
1.3 Аналитические данные для прогнозирования характера и развития лесных пожаров	15
1.4 Методы сбора и хранения цифровых данных об очагах лесных пожаров. Анализ существующих решений	17
1.5 Природно-географическая характеристика района исследований	25
1.6 Функциональные требования приложения.....	30
1.6.1 Описание сущности и предмета автоматизации	30
1.6.2 Анализ функциональных требований	31
Глава 2 Проектирование приложения для визуализации данных о горимости лесов.....	34
2.1 Выбор методологии проектирования ПО	34
2.2 Логическое моделирование программного обеспечения для автоматизации тестирования бизнес-приложений	35
2.3 Характеристика входных данных.....	43
Глава 3 Реализация и тестирование приложения для визуализации данных о горимости лесов	46
3.1 Обоснование выбора средств и инструментов разработки.....	46
3.2 Разработка, тестирование и оценка выходных результатов	49

3.2.1 Интерфейс и порядок взаимодействия с приложением	49
3.2.2 Схема сбора и обработки информации	53
3.2.3 Тестирование процесса обработки и визуализации данных	54
3.2.4 Анализ и оценка результатов работы модели визуализации данных	62
Заключение	66
Список используемой литературы и используемых источников.....	67
Приложение А Инструкции Пользователя и Администратора по работе с решением.....	70
Приложение Б Характеристика блока тестовых данных	75

Введение

Лесные экосистемы занимают центральное место в поддержании биологического разнообразия и экологического равновесия нашей планеты. Они служат не только домом для многочисленных видов флоры и фауны, но и выполняют критически важные функции в поддержании климата и качества воздуха, что делает их охрану приоритетной задачей на глобальном уровне.

Актуальность исследования. Ежегодные данные о лесных пожарах в России свидетельствуют о значительных проблемах: число происшествий колеблется от 13 000 до 40 000 в год, что составляет в среднем около 24 620 пожаров в год. Эти пожары охватывают площадь примерно от 0,5 до 2,5 миллионов гектаров. Такие пожары не только наносят ущерб важнейшим экологическим объектам, но и уничтожают живые деревья, складированную лесозаготовительную древесину, сельскохозяйственное оборудование, здания и разнообразную живую природу, включая различные виды птиц. Последствия для лесной промышленности серьезны, что приводит к истощению ресурсов и прочим видам ущерба. В отдельных ситуациях эти пожары уничтожали целые населенные пункты и приводили к человеческим жертвам.

Объектом исследования выступает процесс анализа данных в исследовательских подразделениях ВНИИЛМ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации.

Предметом исследования станет визуализация процесса анализа и прогнозирования горимости лесов в Самарской области.

Цель бакалаврской работы состоит в разработке и апробации компьютерной модели для визуализации анализа распространения лесных пожаров и создании соответствующего программного обеспечения на базе ВНИИЛМ.

В рамках поставленной цели планируется реализовать следующие задачи:

- провести общий анализ процесса возникновения лесных пожаров, включая типы и классификацию лесных пожаров;
- изучить и систематизировать аналитические данные для прогнозирования характера и развития лесных пожаров;
- провести оценку методов сбора и хранения цифровых данных о лесных пожарах, а также обзор существующих решений;
- установить характер географических характеристик исследуемой территории, а также ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации и специфики его деятельности;
- разработать функциональные требования для объекта разработки, включая описание процесса автоматизации, структурную схему и блок ресурсов, выделяемых проекта;
- создать программное обеспечение, провести тестирование и оценить модели визуализации, включающие интерфейс и процесс взаимодействия с автоматизированной информационной системой, схему сбора и обработки данных, а также тестирование и анализ результатов моделирования на базе исследовательского отдела ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации.

Результаты данного исследования будут применены в деятельности исследовательских и аналитических подразделений ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации.

Практическая значимость настоящей работы состоит в разработке эффективного программного продукта и созданием компьютерной модели, которые еще на этапе тестирования увеличили эффективность работы исследовательских и аналитических команд ВНИИЛМ Всероссийский

научно исследовательский институт лесоводства и механизации. Потенциально, продукт в дальнейших релизах способен увеличить результативность планирования и прогнозирования процесса распространения лесных пожаров. Такой результат непосредственно способствует улучшению координации и управления между противопожарными службами, сокращению времени реагирования во время чрезвычайных ситуаций и снижает воздействия лесных пожаров на общественную и экологическую безопасность.

Глава 1 Постановка задачи на разработку приложения для визуализации данных о горимости лесов

1.1 Организационная структура и специфика деятельности объекта исследования

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации (ВНИИЛМ) занимает важное место в системе лесной науки России. Основная цель института - разработка новых технологий и методов управления лесным хозяйством, а также механизации и автоматизации лесозаготовительных процессов [1].

Деятельность института охватывает широкий спектр исследований: от лесного посева и роста деревьев до вопросов переработки древесины и охраны лесов. ВНИИЛМ активно работает над созданием устойчивых и эффективных методов ведения лесного хозяйства, что включает совершенствование породного состава лесов, борьбу с болезнями и вредителями, а также разработку новых подходов к реабилитации и восстановлению лесов.

Одной из ключевых задач института является разработка инновационных машин и оборудования для лесозаготовки, что способствует повышению эффективности и снижению затрат в данной области. ВНИИЛМ также активно занимается вопросами экологии и устойчивого развития лесов, включая мониторинг состояния лесных экосистем и разработку методов их защиты от негативного воздействия человека и природных факторов.

Институт тесно сотрудничает с другими научными организациями и образовательными учреждениями, что позволяет реализовывать масштабные международные проекты и программы, направленные на сохранение и улучшение состояния лесов на глобальном уровне. Результаты исследований ВНИИЛМ регулярно публикуются в научных журналах и представляются на

международных конференциях, способствуя распространению знаний и опыта в области лесного хозяйства.

Организационная структура Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации (ВНИИЛМ) типично включает несколько ключевых компонентов, которые обеспечивают эффективное функционирование и координацию научно-исследовательской работы. Описание организационной структуры может выглядеть следующим образом [1].

Высшее руководство:

- директор института - осуществляет общее руководство деятельностью института и представляет его интересы в государственных и международных организациях;
- заместители директора - отвечают за различные аспекты деятельности, включая научную работу, международное сотрудничество, инновации и административные вопросы.

Научные подразделения:

- лаборатории - специализированные подразделения, занимающиеся конкретными направлениями исследований, например, лаборатория лесного хозяйства, лаборатория биотехнологий, лаборатория механизации лесозаготовок и т.д;
- отделы исследований - выполняют крупномасштабные исследовательские проекты и разрабатывают научные методики.

Административные и вспомогательные службы:

- финансовый отдел - отвечает за бюджетирование, финансовое планирование и учет;
- отдел кадров - занимается вопросами найма, обучения и развития персонала;
- юридический отдел - обеспечивает правовую поддержку деятельности института;

- отдел маркетинга и связей с общественностью - продвигает результаты исследований института, организует участие в научных и профессиональных мероприятиях;
- научно-технический совет - орган, который включает ведущих ученых и специалистов института. Совет координирует научные исследования, утверждает крупные проекты и контролирует качество научной работы;
- исследовательские базы и пилотные площадки - специализированные места для проведения экспериментов и практического тестирования разработанных технологий и оборудования.

Эта структура позволяет институту эффективно управлять сложными и масштабными научно-исследовательскими проектами, обеспечивая высокий уровень специализации и координации между различными подразделениями и службами (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурная схема организации

Цели Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации можно структурировать следующим образом [1]:

- разработка и внедрение инновационных технологий в области управления и механизации лесного хозяйства;
- повышение устойчивости и продуктивности лесных экосистем через совершенствование методов лесоводства;
- охрана лесов от негативного воздействия природных и антропогенных факторов;
- развитие научных основ лесного хозяйства для улучшения качества и экологичности лесопользования;
- интеграция российской науки в мировое научное сообщество по вопросам лесоводства и лесной индустрии.

Исходя из поставленных целей, их реализация осуществляется посредством достижения следующих задач:

- исследование процессов роста и развития лесов для определения оптимальных методов возделывания и ухода за лесами;
- разработка и тестирование новых машин и оборудования для лесозаготовки и переработки древесины;
- мониторинг состояния лесных ресурсов с использованием современных технологий и методик;
- профилактика и контроль за распространением болезней и вредителей в лесах;
- разработка методов реабилитации и восстановления нарушенных лесов, включая технологии искусственного восстановления;
- обучение и повышение квалификации специалистов в области лесного хозяйства и механизации;
- научное сотрудничество с российскими и зарубежными учреждениями для обмена знаниями и технологиями.

Эти цели и задачи обеспечивают комплексный подход к управлению лесными ресурсами, способствуют устойчивому развитию лесной отрасли и

поддерживают высокий уровень научных исследований в России, а также характеризуют данную площадку как лучшее место для реализации проекта из-за доступа к открытым данным о статистике горимости лесов, которые можно использовать для проектирования визуализации.

1.2 Анализ процесса горимости в лесах. Виды и классификация лесных пожаров

Исторически сложилось так, что лесные пожары воспринимались как инциденты, связанные с ранними этапами ведения лесного хозяйства. Считалось, что по мере углубления нашего понимания лесного хозяйства и совершенствования методов ведения лесного хозяйства проблема лесных пожаров будет уменьшаться или, возможно, будет ликвидирована. Однако последние данные свидетельствуют об обратном. По мере дальнейшего освоения лесов, увеличения объемов дорожного строительства и увеличения плотности населения риск возникновения пожаров фактически возрастает. Отчасти это связано с более активным использованием лесов в рекреационных целях, что приводит к активизации деятельности человека в этих районах, оказывая дополнительное давление на окружающую среду.

Лесные пожары возникают как на неосвоенных диких землях, так и в регионах с активным лесоводством. К основным природным факторам, способствующим возникновению и распространению пожаров, относятся тип растительности, рельеф местности и особые погодные условия, такие как засуха и сильные ветры. С технической точки зрения, такие факторы, как доступность противопожарного оборудования и его эффективность в различных сценариях, играют решающую роль [3].

Засуха остается основной причиной лесных пожаров, свидетелями которых мы стали, и представляет повышенную опасность в сочетании с сильными ветрами. В таких условиях пожары быстро распространяются и становятся сложными для контроля, что требует скоординированных

действий пожарных, аварийно-спасательных служб, а иногда даже вооруженных сил при поддержке местных предприятий и общественных организаций.

В зависимости от сезона риск лесных пожаров колеблется. Весна, с апреля по май, является наиболее уязвимым периодом. После зимней оттепели и перед началом роста новой растительности условия становятся сухими, с низкой влажностью и обильным солнечным освещением, что создает идеальные условия для возникновения пожаров даже от небольшой искры. Это приводит к высокой частоте пожаров весной.

К лету условия улучшаются по мере повышения влажности и загущения растительности, что создает естественные противопожарные преграды, снижающие вероятность распространения огня. Однако по мере того, как лето подходит к концу, отмирание и высыхание растений снова повышает риск возникновения пожара [3].

Таким образом, несмотря на то, что существуют ежегодные закономерности, интенсивность и сроки возникновения пожаров в разных регионах могут сильно различаться в зависимости от местной растительности и климатических условий. Важно также отметить, что отклонения от типичных погодных условий могут существенно повлиять на эти риски.

Пожары чаще всего случаются в сухую и жаркую погоду, когда высокие температуры усиливают испарение влаги, снижая тем самым влажность горючих материалов. Это, в свою очередь, увеличивает вероятность возникновения и распространения огня.

В то же время горение торфяного пожара может выходить на поверхность и создавать новые очаги развития низовых, а затем и торфяных пожаров. Скорость распространения торфяных пожаров составляет от нескольких сантиметров до нескольких метров в сутки. Наибольшее количество этих пожаров регистрируется в засушливые годы. В среднем, по многолетним данным, их количество составляет 0,5 - 1 %, а пройденная огнем площадь – менее 1 % площади всех лесных пожаров. Форма пожараща

приближается к кругу, дым светло-серого цвета, поднимается над пологом леса в виде серой размытой ветром дымки. Характерным признаком торфяного пожара является вывал деревьев, которые падают кронами на выгоревшую часть торфяника [5].

При организации тушения и учете лесных пожаров они могут классифицироваться по интенсивности горения, площади, высоте пламени, времени, причинам возникновения и повторяемости.

В контексте авиалесоохраны, которая включает в себя наблюдение за пожарами и координацию их тушения с воздуха, оперативно определить тип лесного пожара имеет решающее значение. Для классификации пожаров воздушные наряды используют характеристики, представленные в таблице (таблица 1).

Таблица 1 - Классификация лесных пожаров в контексте авиалесоохраны

Низовой пожар	Верховой пожар	Торфяной или подземный пожар
Горение происходит под пологом древостоя или на открытой территории.	Пожарная площадь выражена в сильно вытянутой форме.	Границы недавно возникшего пожара трудно различимы.
Площадь пожара обычно имеет вытянутую, извилистую форму.	Заметны горящие кроны деревьев.	Дым равномерно поднимается по всей площади пожара, огонь часто не виден.
Огонь виден под пологом древостоя лишь в отдельных местах.	Огонь хорошо видим с высоты приблизительно 600 метров.	На участке старого пожара границы выгоревшей территории хорошо видны.
Дым имеет беловатый цвет, что указывает на неполное сгорание материала.	Дым темного цвета, что свидетельствует о высокой интенсивности горения и температуре.	На местности много поваленных деревьев, что указывает на продолжительное воздействие высоких температур.

Указанные в таблице признаки позволяют летному экипажу быстро идентифицировать тип пожара и адаптировать стратегию тушения,

оптимизируя распределение ресурсов и минимизируя потенциальный ущерб от огня.

1.3 Аналитические данные для прогнозирования характера и развития лесных пожаров

Прогнозирование лесных пожаров представляет собой комплексный анализ, направленный на определение вероятности возникновения и динамики распространения огня в лесных массивах в зависимости от времени и географического положения. Для эффективного прогнозирования используются данные, собранные с помощью мониторинга, которые включают:

- класс пожарной опасности, определяемый на основе текущих погодных условий;
- геолокационные и площадные характеристики участков леса различной пожарной опасности;
- топографические данные о местности, включая типы рельефа такие как равнины, плато, горы и другие;
- оценка потенциальных источников возгорания в указанных участках;
- данные о грозовой активности в регионе;
- исторические данные о частоте и распределении пожаров по времени и месту на протяжении последнего десятилетия.

Ключевым элементом является анализ плотности населения и расположения населённых пунктов, что позволяет оценить количество потенциальных антропогенных источников огня. Степень пожарной опасности в лесах также рассчитывается по комплексному показателю Нестерова, который учитывает температуру воздуха, точку росы и осадки.

Прогнозы распределения лесных пожаров формируются на уровне лесничеств, лесхозов и других управленческих структур, учитывая степень

пожарной опасности, классификацию лесных участков и возможные источники огня. Виды пожаров и скорости их распространения прогнозируются с учётом специфики лесного фонда, рельефа местности и метеорологических условий.

Среди основных факторов, предрасполагающих к чрезвычайным ситуациям в лесопожарной сфере, выделяются:

- малоснежные зимы;
- длительные периоды без осадков с высокими температурами и низкой относительной влажностью;
- периоды с высоким классом пожарной опасности и атмосферная засуха;
- наличие неконтролируемых источников огня в лесу и учащающиеся грозы.

Эти данные подчеркивают необходимость комплексного подхода в управлении пожарной безопасностью и значимость прогнозирования для предотвращения катастрофических последствий пожаров. На основании этого анализа в последующих главах будет разрабатываться автоматизированная информационная система, способная интегрировать и анализировать разнообразные данные для оперативного реагирования на угрозы лесных пожаров.

Согласно прогнозам на основе модели общей циркуляции атмосферы GDFL, связанных с глобальным потеплением, длительность пожароопасного сезона в различных широтных поясах России предположительно увеличится. В среднем широтном поясе, который занимает 65% всех лесных пожаров в стране, продолжительность сезона может возрасти на 50-60 дней, что составляет прирост около 30-40%. В южных и северных широтных поясах, которые вместе приходятся на 35% лесных пожаров, увеличение составит соответственно 60-70 и 30-50 дней.

Эти изменения, как ожидается, приведут к значительному росту количества пожаров - на 30-41% в зависимости от региона. Альтернативный

сценарий, основанный на палеоаналоговой модели М.И. Будыко, также предсказывает увеличение длительности пожароопасного сезона: на 21-25 дней в северных районах, на 17-21 день в средних широтах и на 8-17 дней на юге страны. Это увеличение в относительных значениях составит 20-25% для севера, 12-15% для центральной части и 4-8% для южных регионов.

В результате, предполагается рост числа и площади лесных пожаров от 12,6 до 16,1% и от 12,0 до 15,6% соответственно. При условии увеличения среднегодовой температуры не на один, а на два градуса, эти показатели могут удвоиться, что подчёркивает критическую важность адаптации стратегий предотвращения и борьбы с пожарами к изменяющимся климатическим условиям.

1.4 Методы сбора и хранения цифровых данных об очагах лесных пожаров. Анализ существующих решений

Спутниковое дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) активно используется мировым сообществом для регистрации и мониторинга лесных пожаров. Существует пять ключевых доступных порталов, предоставляющих глобальные данные о пожарах: НАСА, Европейское космическое агентство (ЕКА), Global Forest Watch, Global Wildfire Information System (GWIS), Международная ассоциация пожарных и спасательных служб (СИФ) и Глобальный центр мониторинга пожаров (GFMC).

Картирование лесных пожаров является основным методом представления данных. Для этих целей используются спутниковые системы, такие как TERRA (MODIS), LANDSAT, SENTINEL и PLANET. В рамках анализа данных применяется статистический и феноменологический подходы. Создаются интерактивные диаграммы и карты, которые обобщают ключевые статистические данные, включая изменения в лесных массивах, площадь, факторы обезлесения, а также предупреждения о пожарах и обезлесении.

Спутниковые технологии ДЗЗ позволяют не только вести активный мониторинг пожаров в реальном времени, но и создавать модели для климатических и гидрологических приложений, как до, так и после пожара. Также они способствуют моделированию дыма и прогнозированию распространения пожаров (Рисунок 2).

Одним из примеров успешных спутниковых миссий является миссия FireBIRD, проведенная Немецким аэрокосмическим центром (DLR). В рамках этой миссии были использованы спутники TET-1 и BIROS, оснащенные биспектральными инфракрасными детекторами, что подтвердило высокую эффективность спутникового мониторинга для обнаружения и анализа лесных пожаров.

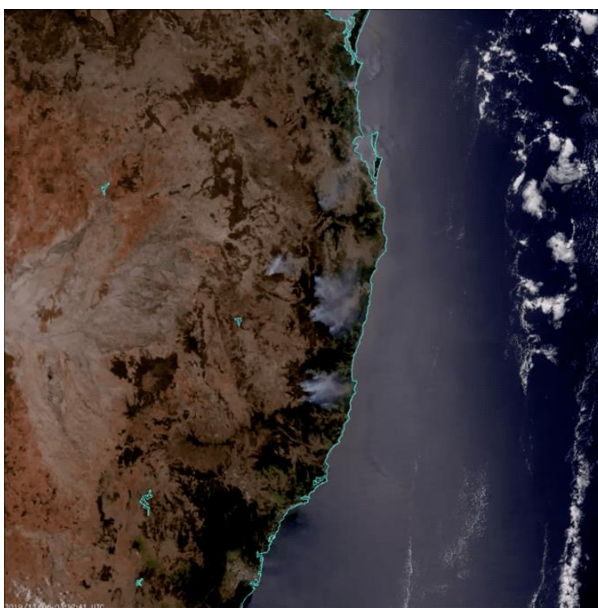


Рисунок 2 - Спутниковые снимки пожаров в Австралии

Одним из примеров успешных спутниковых миссий является миссия FireBIRD, проведенная Немецким аэрокосмическим центром (DLR). В рамках этой миссии были использованы спутники TET-1 и BIROS, оснащенные биспектральными инфракрасными детекторами, что

подтвердило высокую эффективность спутникового мониторинга для обнаружения и анализа лесных пожаров.

Таким образом, современные технологии ДЗЗ представляют собой мощный инструмент для глобального и регионального мониторинга пожаров, предоставляя необходимые данные для принятия оперативных и стратегических решений в области управления природными ресурсами и минимизации последствий пожаров.

Космические технологии играют критически важную роль в мониторинге лесных пожаров, обеспечивая возможность обнаружения огня на площадях от 10–15 гектаров, при условии, что район пожара не закрыт облаками. Эта способность является ключевой для оперативного информирования управляющих органов лесного хозяйства в различных регионах Российской Федерации о текущей лесопожарной обстановке.

Космический мониторинг лесных пожаров в России организован по двум основным уровням:

Первый уровень включает в себя удалённые территории, которые составляют 11% от земель лесного фонда. На этих территориях не проводится плановое авиационное патрулирование, и не выделяются зоны для наземного или авиационного реагирования. В случаях высокой пожарной опасности рекомендуется организация патрульных полётов для тушения пожаров с использованием авиационных сил и средств.

Второй уровень охватывает удалённые и труднодоступные территории, которые занимают 38,5% земель лесного фонда. На этих территориях авиатрулирование также не проводится, и тушение пожаров осуществляется только в случае угрозы населённым пунктам или экономически важным объектам. Основным источником информации для обнаружения пожаров служат данные из Информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ) Рослесхоза.

ИСДМ Рослесхоза использует данные с космических аппаратов таких как «Terra», «Aqua», «Noaa», «Suomi NPP» и «Метеор М», которые

предоставляют изображения в тепловом инфракрасном диапазоне с пространственным разрешением от 250 метров до 1000 метров. Эти данные позволяют эффективно отслеживать и анализировать лесопожарную обстановку на больших территориях, способствуя своевременному реагированию на возникающие угрозы.

На картах активных пожаров НАСА, которые обновляются ежемесячно, отображаются данные, собранные с помощью спектрорадиометра среднего разрешения (MODIS), установленного на спутнике Terra. Эта аппаратура является одним из наиболее эффективных средств для мониторинга лесных пожаров на глобальном уровне благодаря своим техническим характеристикам.

Спектрорадиометр MODIS на спутниках Terra и Aqua обладает возможностью получения изображений с пространственным разрешением от 250 до 500 метров на пиксель. Это обеспечивает достаточную детализацию для определения очагов пожаров. Спектральный диапазон датчика варьируется от 3,660 до 14,385 микрон, что включает 16 различных каналов. Эти каналы позволяют фиксировать разнообразную информацию о состоянии земной поверхности, включая температурные аномалии, которые могут указывать на наличие пожара.

Широкая полоса обзора датчика MODIS, равная 2300 километрам, позволяет охватывать значительные территории, что делает его идеальным инструментом для глобального мониторинга. Повторяемость съемки одной и той же территории до четырех раз в сутки значительно увеличивает шансы зафиксировать начало пожара в кратчайшие сроки, а производительность съемки до 700 тысяч квадратных километров в сутки подчеркивает высокий потенциал данной аппаратуры в области оперативного реагирования на лесные пожары и другие чрезвычайные ситуации (Рисунок 3).

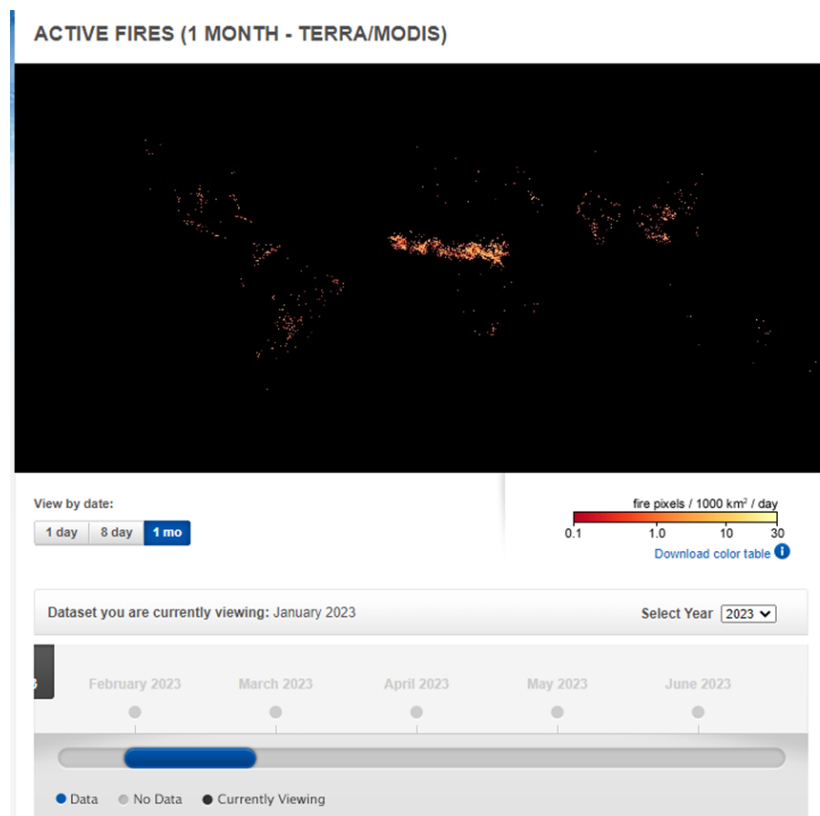


Рисунок 3 - Интерфейс аналитического инструмента визуализации спектрорадиометра MODIS, установленного на спутнике Terra

Использование данных с этих спутников позволяет системе ИСДМ Рослесхоза оперативно реагировать на возникновение пожаров, эффективно распределять ресурсы для их тушения и оценивать риски распространения огня. Система обеспечивает мониторинг лесных массивов, что критически важно для своевременного выявления и локализации пожаров, минимизации ущерба от огня и сохранения экологического баланса лесных экосистем.

Кроме таких комплексных систем отдельные учреждения используют средства визуализации для формирования ретроспективных и предсказательных моделей о направлении ветра, визуализации датчиков землетрясений и прочих метеорологических явлениях. Они позволяют улучшить опыт взаимодействия с «сухими» данными благодаря формированию интуитивно понятных дашбордов, чартов и графиков.

Рассмотрим три VI системы, часто используемые для прогнозирования горимости лесов и метеорологических условий [15]:

Tableau - Позволяет интегрировать различные источники данных и создавать сложные географические визуализации, что идеально подходит для анализа рисков лесных пожаров (Рисунок 4).

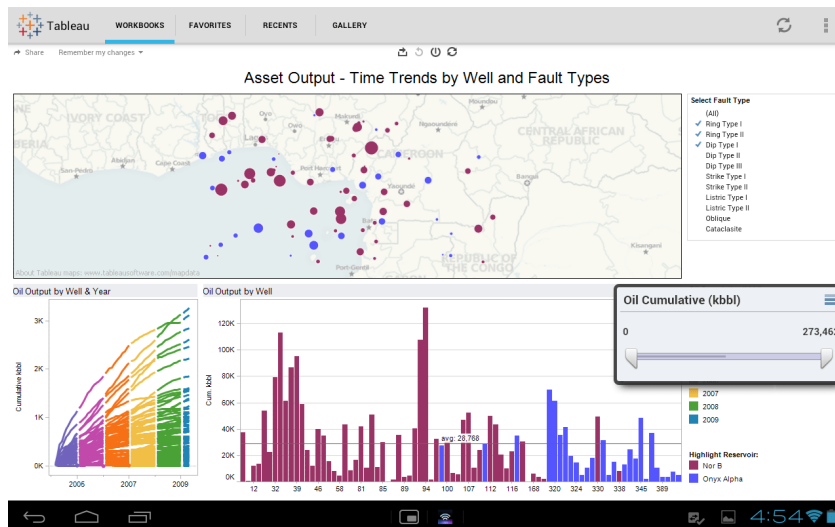


Рисунок 4 – Интерфейс программного продукта

Power BI - Эта система от Microsoft особенно полезна для работы с большими объемами данных и обеспечивает создание интерактивных дашбордов, что помогает в прогнозировании погодных условий и анализе данных (Рисунок 5).

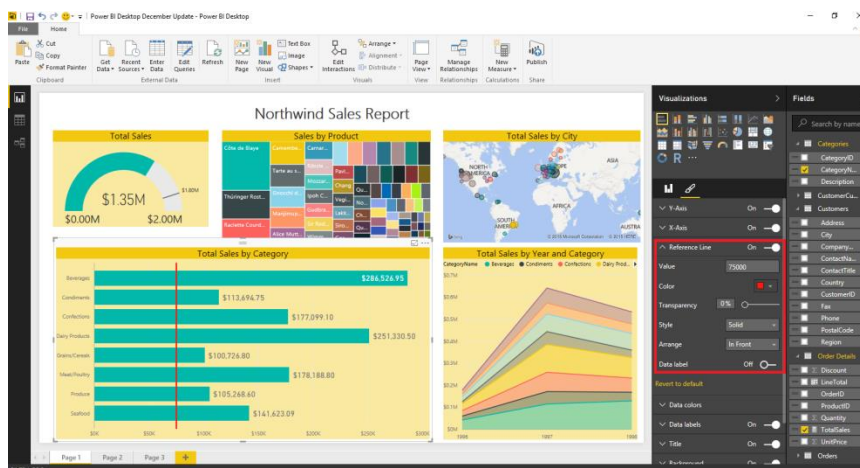


Рисунок 5 – Интерфейс программного продукта

Qlik Sense - Отличается гибкостью в создании пользовательских аналитических приложений. Qlik Sense подходит для динамичного анализа данных, включая оценку риска пожаров, благодаря мощным возможностям по визуализации и обработке данных в реальном времени (Рисунок 6).

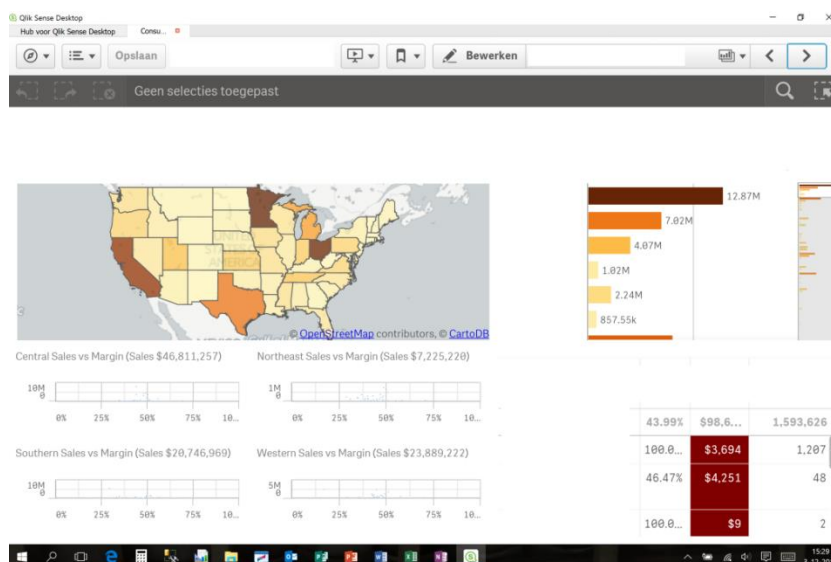


Рисунок 6 – Интерфейс программного продукта

Следует отметить, что в результате исследования существующих решений, выделяется несколько ключевых тенденций, позитивно зарекомендовавших себя в отрасли и которые планируется последовательно, в несколько итераций, реализовать в проектом программном продукте во второй главе:

Использование ГИС-технологий для сбора и обработки данных. Это позволяет обрабатывать большие объемы информации и предоставлять данные в реальном времени.

Интеграция данных с метеорологическими условиями помогает учитывать влияние погоды на риск возникновения пожаров, что повышает точность прогнозов.

Разработка алгоритмов машинного обучения для анализа и прогнозирования риска пожаров. Это позволяет использовать исторические данные для создания более точных предсказательных моделей.

Создание интерактивных дашбордов для визуализации, которые обеспечивают доступ к информации для различных пользователей, включая оперативные службы и исследователей.

Результаты анализа сведены в таблицу (таблица 2).

Таблица 2 - Обзор и анализ аналогов программного обеспечения

Название проекта/системы	Организация/Разработчик	Ключевые технологии	Основные функции	Примечания
MODIS	NASA	Спектрорадиометр среднего разрешения	Мониторинг лесных пожаров на глобальном уровне, данные с разрешением от 250 до 500 метров	Установлен на спутниках Terra и Aqua
Tableau	Tableau	Аналитическая платформа	Интеграция и визуализация данных, создание сложных географических визуализаций	Используется для анализа рисков лесных пожаров
Power BI	Microsoft	Аналитическая платформа	Работа с большими объемами данных, создание интерактивных дашбордов	Используется для прогнозирования погодных условий и анализа данных
Qlik Sense	Qlik	Аналитическая платформа	Создание пользовательских аналитических приложений, динамичный анализ данных	Подходит для оценки риска пожаров, благодаря мощным возможностям визуализации и обработки данных

Результатом проведенного анализа является необходимость разработки нового инструмента, который позволит не только эффективно обрабатывать, комбинировать и визуализировать текущие данные, но и прогнозировать возможные угрозы, что крайне важно для наблюдения и минимизации последствий лесных пожаров.

1.5 Природно-географическая характеристика района исследований

Самарская область, раскинувшаяся на юго-восточной окраине Великой Русской равнины, занимает территорию между $51^{\circ}47'$ и $54^{\circ}41'$ северной широты и $47^{\circ}55'$ и $52^{\circ}35'$ восточной долготы. Обладая площадью в 53,565 км², область является пятым по размеру регионом Поволжья и составляет 0,31% территории России. Регион простирается на 335 км с севера на юг и на 315 км с запада на восток. Географически, Самарская область находится на южной границе Среднего Поволжья. Через область протекает река Волга, на которой расположены Куйбышевское и Саратовское водохранилища, разделенные Жигулёвской ГЭС, образующей водную границу между Средней и Нижней Волгой. Регион делится на Правобережье и более обширное Левобережье (Рисунок 7).

Самарская область, располагающаяся глубоко внутри Европейского континента, испытывает воздействие континентального климата умеренных широт. Этот климат характеризуется влиянием суши и засушливостью. Традиционно в регионе преобладают холодные и малоснежные зимы, однако наблюдения последних двух лет показывают, что зимы стали более снежными. Весна в Самарской области обычно короткая, а лето – жаркое и сухое, причем каждый два-три года летом случаются засухи. Зимний период продолжается примерно пять месяцев, начиная уже во второй половине октября, когда в северных районах области среднесуточная температура опускается до 0°C , а первые снегопады могут начаться уже в конце сентября.

Самые холодные месяцы – декабрь и январь, когда среднемесячная температура достигает $-12,5^{\circ}\text{C}$ до $-13,9^{\circ}\text{C}$. В эти месяцы над областью часто складываются устойчивые малоподвижные антициклоны, которые способствуют длительному сохранению низких температур. К концу первой декады апреля территория обычно освобождается от снежного покрова, и весна, длится не более месяца, сменяется теплым периодом. К середине мая средняя температура воздуха стабильно достигает $+10^{\circ}\text{C}$ до $+12^{\circ}\text{C}$, что символизирует наступление лета. Летом над областью устанавливаются антициклоны, поддерживающие высокие температуры, иногда превышающие $+30^{\circ}\text{C}$. Осень наступает в начале сентября, когда начинается листопад и усиливаются осадки за счет возрастающей циклонической активности [4].



Рисунок 7 - Леса Самарской области

В пределах Самарской области простирается граница между двумя природно-географическими зонами: лесостепной и степной. Правобережье области полностью находится в пределах лесостепи, тогда как территория

Левобережья разделена между лесостепью и степью. Демаркационная линия между этими двумя зонами на Левобережье следует вдоль реки Самары до места её слияния с рекой Большой Кинель, продолжаясь вдоль последней до её впадения в реку Кутулук на границе Кинельского и Кинель-Черкасского районов, и далее по реке Кутулук, берущей начало в Оренбургской области (Рисунок 8).

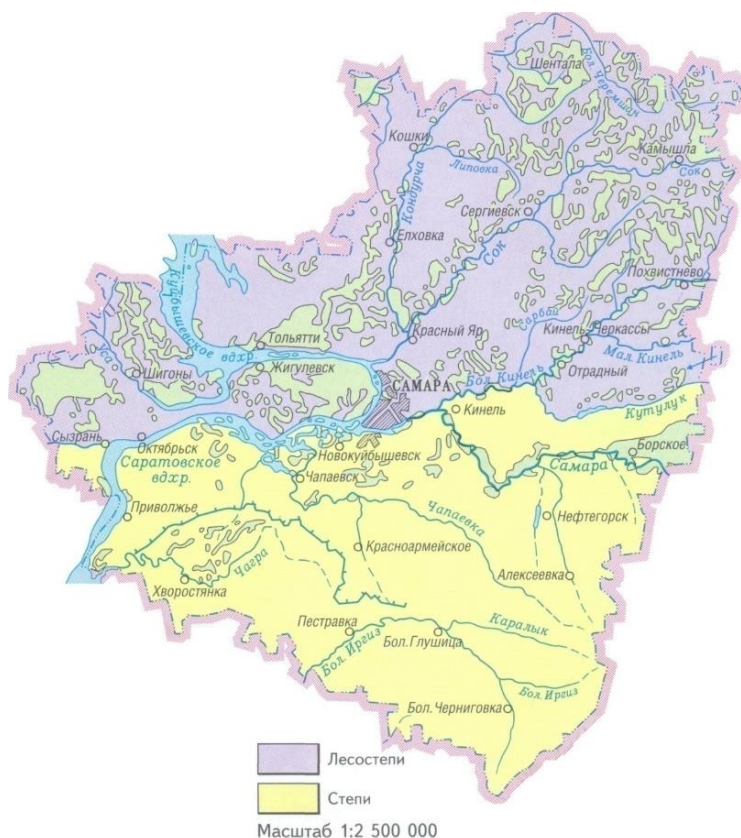


Рисунок 8 - Природно-географические зоны Самарской области: лесостепной и степной

Лесостепь представляет собой природную зону, занимающую промежуточное положение между лесами и степями. Отличительной чертой этой зоны является годовое количество атмосферных осадков, которое оказывается ниже уровня потенциальной испаряемости. Стоит отметить, что первозданная растительность лесостепи почти полностью утрачена и леса существуют в виде изолированных участков.

Степная природно-географическая зона Самарской области, охватывающая приблизительно 27,3 тыс. квадратных километров территории Заволжья, составляет более половины общей площади региона - около 54%. Территория степной зоны характеризуется разнообразием почвенно-ландшафтных условий, что позволяет выделить в её пределах три основные зоны: переходную, типичную степь и сухостепь [4].

Переходная зона представляет собой буферную область между степью и другими природными зонами. Этот участок простирается вдоль водораздела между реками Самара и Кинель, проявляя значительные колебания абсолютных высот: от 170-190 метров на юге до 200-260 метров на северо-северо-востоке. Включает в себя также равнину Низкого Заволжья, где высоты колеблются от 70-90 метров у селения Приволжье до 160-180 метров у селения Борское. Значительная часть степного Заволжья, около 74%, приходится именно на эту переходную зону, подчеркивая её важность как связующего элемента между различными ландшафтными комплексами [7].

На территории Самарской области обнаруживается значительное количество водных объектов: около 220 рек и временных водотоков с длиной свыше 10 километров и совокупной длиной 6740 километров. Эта гидрографическая сеть разнообразна и подчеркивает различия в природных условиях региона (Рисунок 9).

В прошедшем году на территории губернии было зарегистрировано 64 случая лесных пожаров, охвативших общую площадь в 131,893 гектара. При тушении этих пожаров были задействованы значительные ресурсы: 521 единица техники и 1417 человек.

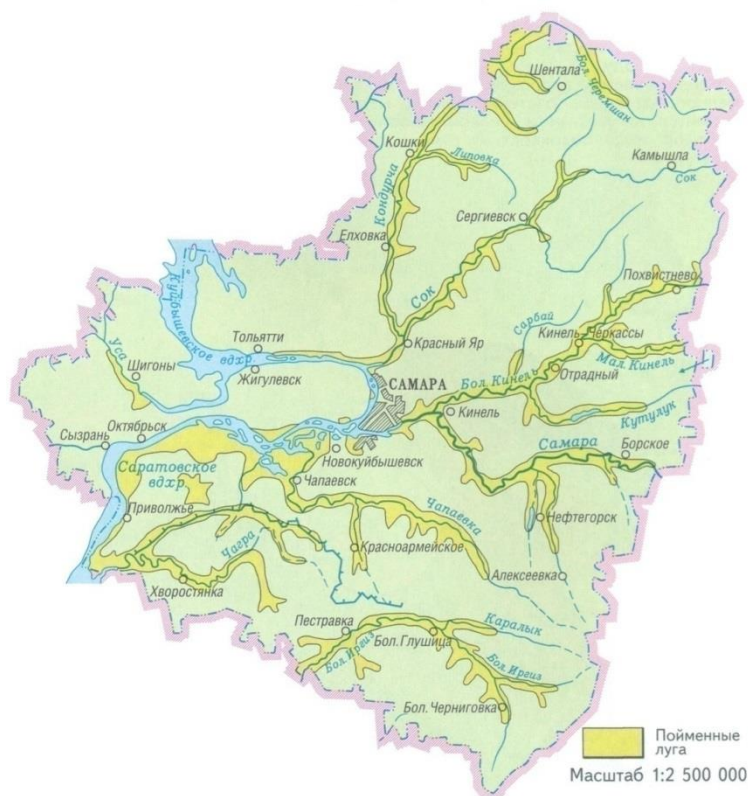


Рисунок 9 - Реки Самарской области

По данным специалистов, основными причинами возникновения лесных пожаров стали неосторожное обращение с огнем, что привело к 37 пожарам, а также распространение огня с сопредельных территорий на лесные массивы, что составило 21 случай. Дополнительно, ГБУ СО «Самаралес», подведомственное министерству, произвело 93 выезда для ликвидации ландшафтных пожаров на прилегающих к лесному фонду территориях, охвативших более 600 гектаров.

Эти данные подчеркивают важность повышения качества пожарной безопасности и усиления способов анализа статистики пожаров для обеспечения безопасности территорий, граничащих с лесными массивами, сохранения лесных угодий и предотвращения подобных инцидентов в будущем. Для этих целей, следует изучить ключевой объект изучения лесной науки - Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и

механизации (ВНИИЛМ) с целью реализации и тестирования на его базе проекта.

1.6 Функциональные требования приложения

1.6.1 Описание сущности и предмета автоматизации

Разрабатываемое программное обеспечение предназначено для визуализации процесса распространения лесных пожаров. Ядро системы формирует база данных, где централизованно хранится информация о лесных участках, событиях горения, метеорологических условиях, а также о последствиях пожарных событий. Автоматизация позволяет отойти от ручного сбора данных и традиционных методов анализа в пользу комплексного подхода, предусматривающего использование алгоритмов машинного обучения для оценки рисков и прогнозирования пожарной опасности.

Важной составляющей системы является модуль визуализации, который обеспечивает преобразование сырых данных в наглядные графики, карты и дашборды, демонстрирующие текущее состояние лесных территорий и динамику изменений. Это позволяет оперативно идентифицировать проблемные зоны и быстро принимать управленческие решения.

В следующих релизах автоматизированная система предусматривает также модуль принятия решений, который служит для анализа полученных данных и формирования рекомендаций по управлению ресурсами, планированию профилактических мер и мобилизации ресурсов в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Система становится ценным инструментом в руках специалистов, позволяя своевременно адаптироваться к изменяющимся условиям и эффективно распределять доступные ресурсы для защиты и восстановления лесов.

1.6.2 Анализ функциональных требований

Анализ функциональных требований для разрабатываемой системы охватывает определение конкретных задач, которые система должна решать в контексте мониторинга и анализа данных о лесных пожарах.

Система должна обеспечивать загрузку данных из Excel с лесных участков, включая информацию о местоположении, типах лесной растительности, истории возникновения пожаров и текущем состоянии растительного покрова. Эти данные должны быть интегрированы с метеорологической информацией, включающей температуру, влажность и скорость ветра, для создания точной картины риска пожара в каждом конкретном случае [10].

Следующим шагом является анализ данных для прогнозирования пожаров. Здесь система должна использовать алгоритмы, способные определять вероятные места и условия для возникновения пожаров. В данном вопросе требуется наличие инструментов для обработки больших данных и машинного обучения, способных выявлять и оценивать закономерности и тренды [20].

Визуализация данных - критически важная функция, позволяющая пользователям системы воспринимать сложные данные интуитивно понятным способом. От системы требуется возможность генерации карт риска пожаров, дашбордов с актуальной статистикой и отчетов о состоянии лесных массивов [13].

Необходимы также функции для управления ресурсами и планирования действий в ответ на предсказания о возникновении пожаров. Система должна предоставлять инструменты для расчета необходимого количества ресурсов, планирования маршрутов для пожарных бригад и подготовки планов эвакуации населения.

Система также учитывает данные об анализе ущерба, который будет оценивать последствия пожаров для экономики и экосистемы [18].

Необходимы также функции для управления ресурсами и планирования действий в ответ на предсказания о возникновении пожаров. Система должна предоставлять инструменты для расчета необходимого количества ресурсов, планирования маршрутов для пожарных бригад и подготовки планов эвакуации населения.

Функциональные требования также включают модуль анализа ущерба, который будет оценивать последствия пожаров для экономики и экосистемы. Этот модуль должен собирать данные о площади повреждений, потерях биомассы и затратах на восстановление [12].

Вывод по главе 1

В первой главе бакалаврской работы был проведен глубокий анализ горимости лесов, включая классификацию и причины возникновения лесных пожаров, основываясь на современных данных и исследованиях. Исследование включало взгляды на управление рисками и прогнозирование развития пожаров в условиях изменения климата, что указывает на возрастающую продолжительность пожароопасных сезонов в различных регионах. Также были рассмотрены методы сбора и анализа цифровых данных о лесных пожарах, включая спутниковое дистанционное зондирование, что подчеркивает значимость глобальных и региональных информационных систем в мониторинге и реагировании на пожарные события.

Самарская область была идентифицирована как ключевая географическая область исследования, что подчеркивает её значимость в контексте лесной науки и пожарной безопасности, учитывая её расположение и экологическую значимость. Исследование организационной структуры и деятельности Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации позволило определить потенциал для разработки новых технологических решений и методов управления рисками лесных пожаров.

На основе полученных данных и анализа текущего состояния проблемы лесных пожаров и методов их мониторинга, вторая глава дипломной работы будет направлена на разработку и реализацию программного обеспечения для визуализации анализа процесса горимости лесов. Эта система будет направлена на улучшение эффективности сбора данных, их анализа и визуализации для оперативного и точного прогнозирования развития лесных пожаров, учитывая различные географические и климатические условия. Реализация АИС на базе ВНИИЛМ позволит не только оптимизировать процессы управления лесными пожарами, но и получить надежную площадку для тестирования проекта на проверенных, подробных и структурированных данных.

Глава 2 Проектирование приложения для визуализации данных о горимости лесов

2.1 Выбор методологии проектирования ПО

Пример рабочего процесса:

- а) сбор данных и первоначальный анализ:
 - 1) сбор данных из источников ВНИИЛМ,
 - 2) первоначальная обработка,
 - 3) проведение анализа данных для выявления основных факторов риска;
- б) проектирование и разработка прототипа:
 - 1) разработка прототипа интерфейса пользователя,
 - 2) создание базовой архитектуры приложения,
 - 3) начальная реализация приложения;
- в) визуализация данных:
 - 1) интеграция инструментов для визуализации данных,
 - 2) разработка интерактивных карт с выделением зон лесничеств и графиков,
 - 3) тестирование и доработка визуализаций;
- г) тестирование и развертывание:
 - 1) проведение всестороннего тестирования (функционального, производительности),
 - 2) подготовка и развертывание приложения,
 - 3) тестирование приложения в отделе пирологии ФБУ ВНИИЛМ.

Эти этапы помогают обеспечить последовательный и эффективный процесс разработки ПО. Начиная с первоначального сбора данных и заканчивая финальным тестированием приложения.

2.2 Логическое моделирование программного обеспечения для автоматизации тестирования бизнес-приложений

Диаграмма вариантов использования - это один из типов диаграмм языка UML, который используется для моделирования функциональных требований системы [2]. Используется для визуализации функциональных возможностей, которые система должна предоставить. (Рисунок 10-11)



Рисунок 10 – Диаграмма вариантов использования пользователей

Данная диаграмма демонстрирует, как пользователь и администратор взаимодействуют с системой для выполнения различных задач.

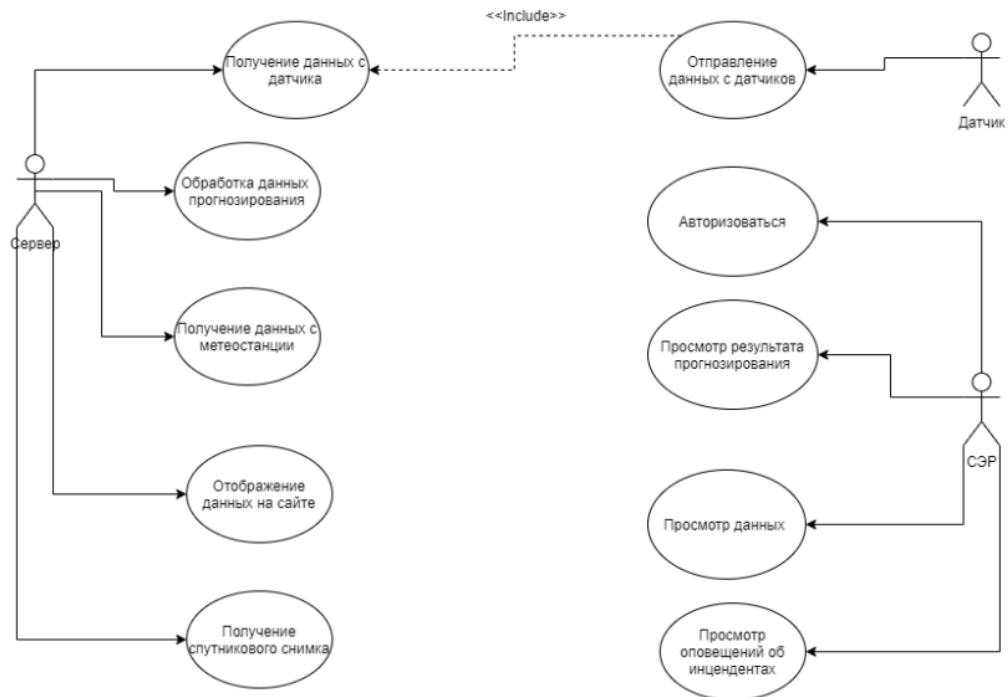


Рисунок 11 – Диаграмма вариантов использования сервера

Данная диаграмма представляет нам взаимодействие сервера с несколькими источниками данных. Система экстренного реагирования (СЭР) взаимодействует с сервером для получения данных, прогноза и оповещений об инцидентах.

Диаграмма последовательности - одна из диаграмм языка UML, которая демонстрирует взаимодействие актера с системой [14]. Основной принцип объектно-ориентированного программирования заключается в установлении связей и обмене информацией между элементами системы. Диаграммы, разработанные в процессе проектирования информационных систем, представлены в приложении В. На диаграмме последовательности показан процесс загрузки и обработки данных (Рисунок 12-13) [19].

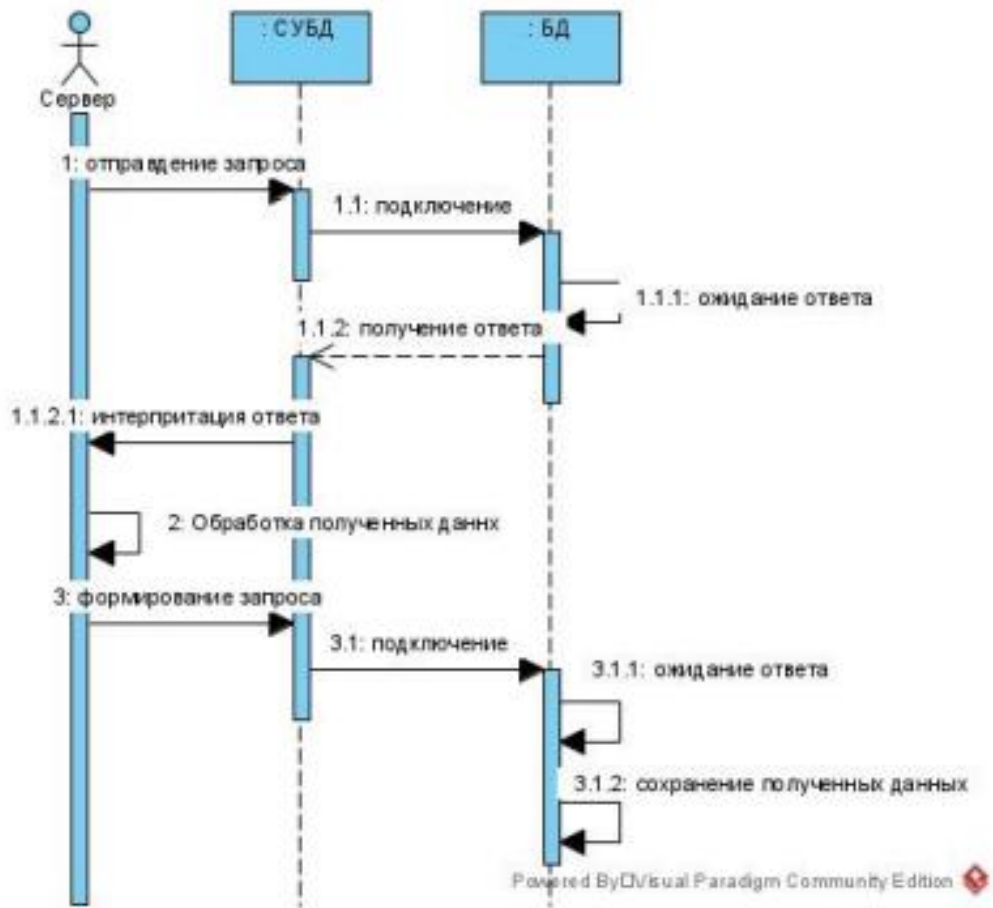


Рисунок 12 – Обработка данных

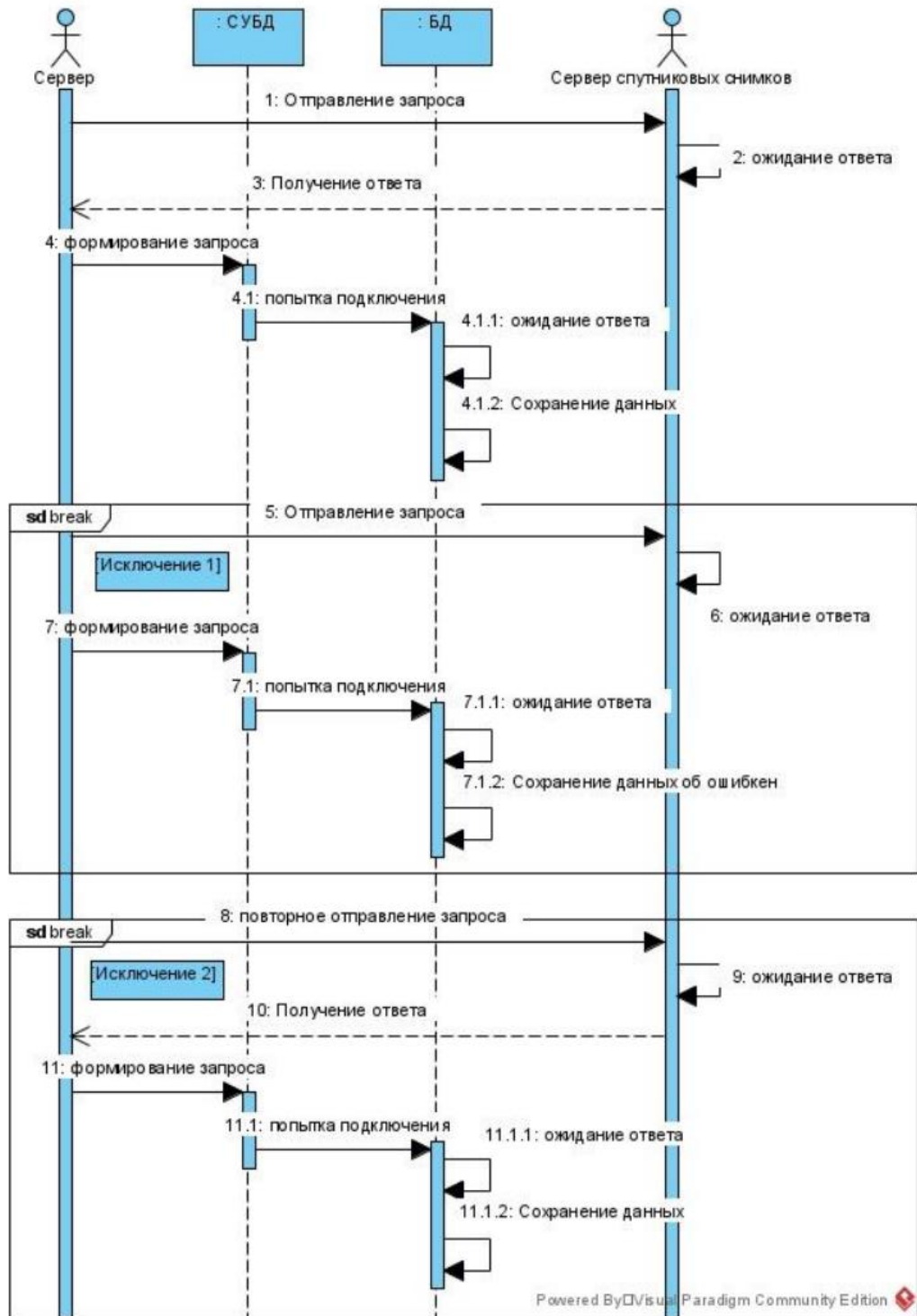


Рисунок 13 – Загрузка и обработка данных

Структура базы данных приложения (Рисунок 14) [16]:

Основная таблица ForestryData:

- region (VARCHAR) - субъект РФ, например «Алтайский край»;
- forestArea (VARCHAR) - название лесного участка, например, «Алтайское»;
- observationNumber (INTEGER) - номер наблюдения;
- latitude (FLOAT) - широта участка наблюдения;
- longitude (FLOAT) - долгота участка наблюдения;
- ownership (VARCHAR) - владение, например "Леса субъектов";
- observationDate (DATE) - дата проведения наблюдения;
- treeSpecies (VARCHAR) - порода деревьев, например "Сосна";
- method (VARCHAR) - метод наблюдения, например "вышки";
- cover (FLOAT) - покров, площадь под лесным покровом.

Такая структура предполагает, что каждая запись в таблице представляет собой отдельное наблюдение за участком леса, где ObservationNumber является первичным ключом. Поля Latitude и Longitude указывают на географическое положение участка, ObservationDate фиксирует дату наблюдения, а TreeSpecies и Method дополнительно описывают детали наблюдения [19].

Поля Region и ForestArea используются для связи с другими таблицами, которые содержат информацию о субъектах РФ или конкретных лесных участках. Поле Cover используется для анализа степени покрытия лесами и их изменений во времени.

Таблицы и их поля:

а) forests (Лесные участки):

- 1) forest_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор участка,
- 2) region (VARCHAR): субъект РФ, например, "Алтайский край",
- 3) area_name (VARCHAR): название лесного участка, например, "Алтайское",

- 4) latitude (FLOAT): широта участка,
 - 5) longitude (FLOAT): долгота участка,
 - 6) area_size (FLOAT): общая площадь участка;
- б) fireObservations (Наблюдения за пожарами):
- 1) observation_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор наблюдения,
 - 2) forest_id (INTEGER) REFERENCES Forests(forest_id): связь с участком,
 - 3) observation_date (DATE): дата наблюдения,
 - 4) tree_species (VARCHAR): порода деревьев,
 - 5) method (VARCHAR): метод наблюдения, например, "вышки",
 - 6) cover_area (FLOAT): площадь под лесным покровом;
- в) fireStats (Статистика горимости):
- 1) stat_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор статистики,
 - 2) forest_id (INTEGER) REFERENCES Forests(forest_id): связь с участком,
 - 3) year (INTEGER): год, за который предоставлена статистика,
 - 4) burned_area (FLOAT): площадь участка, пострадавшая от пожаров,
 - 5) fire_risk (INTEGER): уровень риска возгорания;
- г) weatherConditions (Метеоусловия):
- 1) weather_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор записи погоды,
 - 2) observation_id (INTEGER) REFERENCES FireObservations(observation_id): связь с наблюдениями,
 - 3) temperature (FLOAT): температура воздуха,
 - 4) humidity (FLOAT): влажность воздуха,
 - 5) wind_speed (FLOAT): скорость ветра;
- д) damageAssessment (Оценка ущерба):

- 1) damage_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор оценки ущерба,
 - 2) forest_id (INTEGER) REFERENCES Forests(forest_id): связь с участком,
 - 3) damage_date (DATE): дата оценки ущерба,
 - 4) economic_loss (NUMERIC): экономические потери в рублях;
- е) geographicData (Географические данные):
- 1) geo_id (SERIAL) PRIMARY KEY: уникальный идентификатор геоданных,
 - 2) forest_id (INTEGER) REFERENCES Forests(forest_id): связь с участком,
 - 3) topography (TEXT): тип местности,
 - 4) soil_type (VARCHAR): тип почвы.

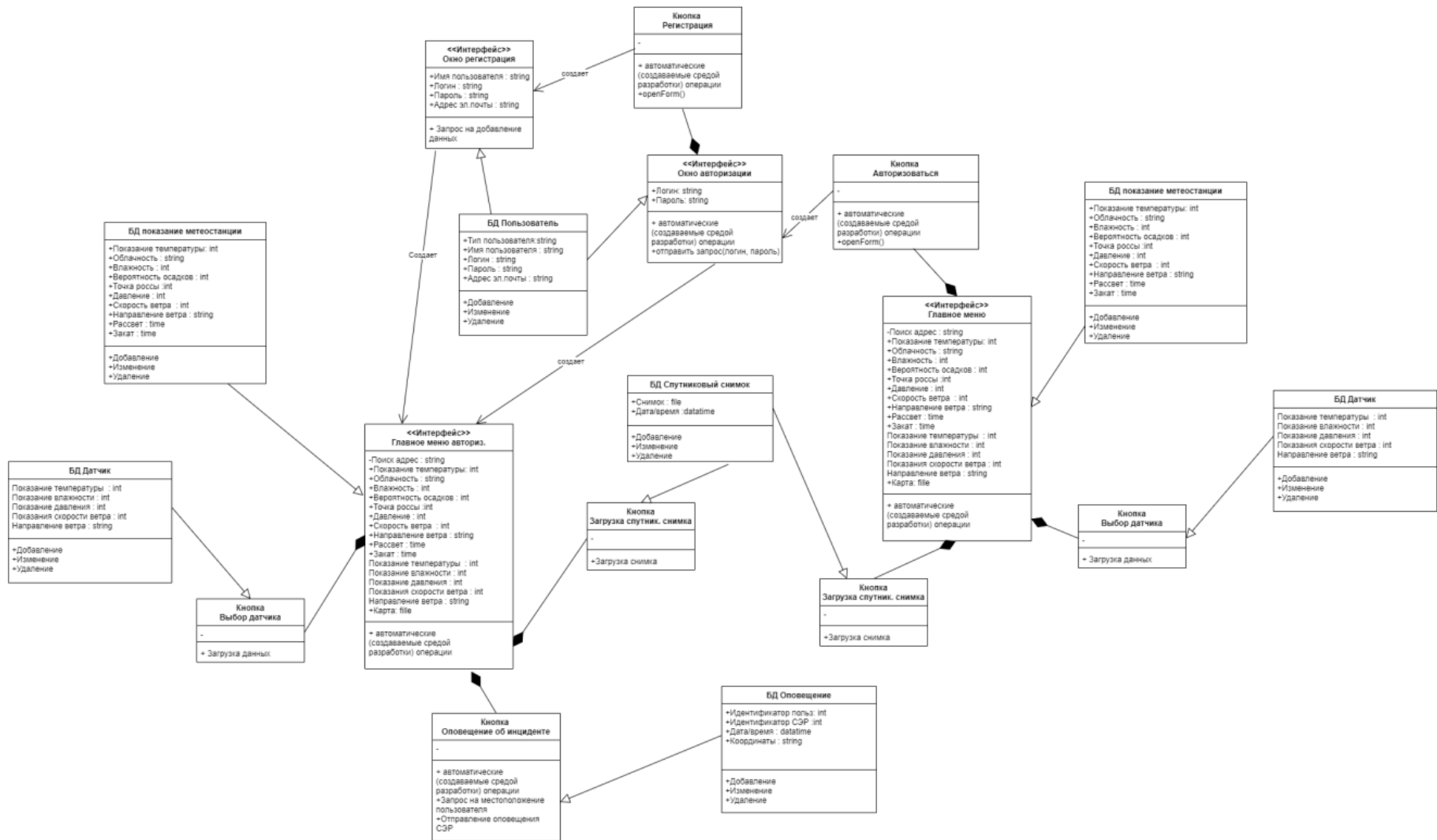


Рисунок 14 – Диаграмма классов

Диаграмма компонентов представляет собой изображение, которое показывает различные компоненты системы и их взаимосвязи. Этот набор компонентов образует комплексную систему для сбора, обработки, хранения и визуализации данных (Рисунок 15).

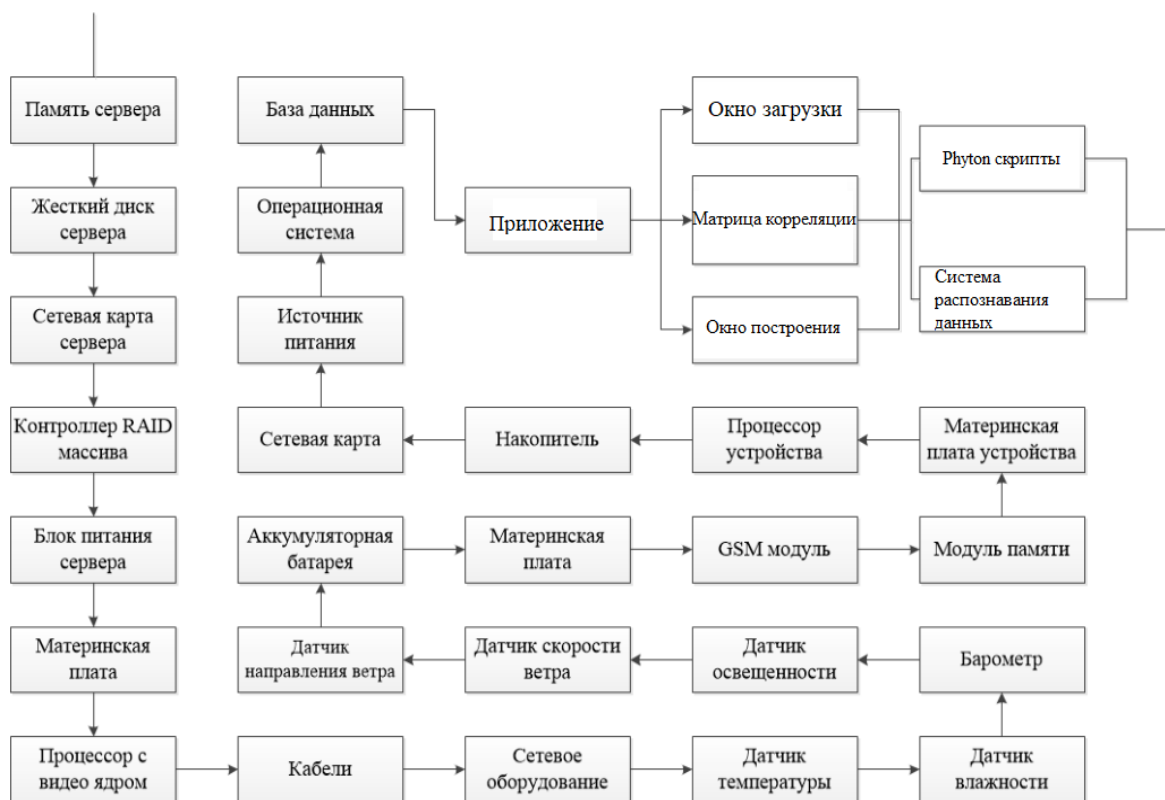


Рисунок 15 – Диаграмма компонентов

Таким образом, удалось реализовать кластер СУБД PostgreSQL, который позволяет создавать расширенные запросы и индексы, в том числе геопространственные, что будет нужно для дальнейшей визуализации данных.

2.3 Характеристика входных данных

Входные данные, которые используются для обработки формируются в виде таблиц, где каждый столбец представляет определённый параметр

(например, дата, тип растительности, площадь участка), а каждая строка соответствует отдельному наблюдению или событию (Рисунок 16).

Субъект_РФ	Код_а_отде	Лесничеств	Номер_пожа	Номер_круп	Широта	Долгота	Код_лесофо	Зона	Причина	
Алтайский край		Алтайское	1	0	51,545	85,2097	Леса субъектов	НМ	сх/пал	Б
Алтайский край		Алтайское	2	0	51,8694	85,7486	Леса субъектов	НМ	мн	С
Алтайский край		Алтайское	3	0	51,7389	85,3461	Леса субъектов	НМ	сх/пал	Б
Алтайский край		Баянское	1	0	53,4667	80,75	Леса субъектов	НМ	мн	
Алтайский край	340004	Баянское	2	0	53,3333	80,8333	Леса субъектов	НМ	сх/пал	Б

Рисунок 16 – Формат входных данных

Вот ключевые из них:

а) географические данные:

- 1) местоположение: Точные координаты участков (широта, долгота),
- 2) площадь участка: Размер лесного участка в гектарах,
- 3) топографические характеристики: Описание рельефа и особенностей местности;

б) биологические данные:

- 1) тип растительности: Виды деревьев и кустарников, преобладающие в данной местности,
- 2) состояние растительности: Здоровье растений, признаки болезней или вредителей;

в) метеорологические данные:

- 1) температура: Среднесуточная, максимальная и минимальная температура воздуха,
- 2) осадки: Количество осадков за период времени,
- 3) влажность: Уровень влажности воздуха,
- 4) скорость и направление ветра: Данные о ветреных условиях, которые могут способствовать распространению огня;

г) исторические данные о пожарах:

- 1) дата и время пожара: Когда начался и завершился пожар,
- 2) площадь пожара: Размер зоны, затронутой огнем,
- 3) ущерб от пожара: Оценка финансовых и экологических потерь;

д) данные о мерах по предотвращению пожаров:

- 1) предпринятые меры: Детали о проведенных профилактических мероприятиях, таких как создание минерализованных полос, контролируемые поджоги.
- 2) эффективность мер: Оценка результативности проведенных акций по предупреждению пожаров.

Полная характеристика входных данных, вместе с типом данных и прочей технической информацией представления в Приложении Б.

Вывод по главе 2

В результате проведенной работы был выбран PostgreSQL. Это обусловлено его высокой производительностью, надежностью и поддержкой масштабируемости, что делает его идеальным решением для работы с большими объемами данных о лесах.

Во второй главе удалось реализовать кластер СУБД PostgreSQL, на базе ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации.

Реализация кластера СУБД PostgreSQL на базе ВНИИЛМ является важным аспектом в создании высокопроизводительного и надежного приложения для визуализации данных о горимости лесов. Это позволит значительно улучшить качество исследований, и способствует разработке более эффективных стратегий управления лесными ресурсами.

Глава 3 Реализация и тестирование приложения для визуализации данных о горимости лесов

3.1 Обоснование выбора средств и инструментов разработки

При разработке программы для мониторинга лесных пожаров был выбран язык программирования Python, что обусловлено его возможностями в области обработки и анализа данных, а также простоты программирования. Python предлагает обширные библиотеки, такие как Pandas для обработки данных, Matplotlib для визуализации, которые являются инструментами выбора для создания комплексных аналитических систем. Эти библиотеки позволяют эффективно работать с большими объемами данных, характерными для экологического мониторинга, и разрабатывать предсказательные модели риска возникновения пожаров.

Python также выделяется своей простотой и гибкостью, что делает его особенно привлекательным для быстрой разработки и внедрения в сложных проектах. Благодаря читаемости кода и широкой поддержке сообщества, Python облегчает процесс обучения и внедрения для команд разработчиков.

В качестве системы управления базами данных был выбран PostgreSQL из-за его надежности, масштабируемости и поддержки комплексных запросов, что критически важно для обработки геопространственных и временных данных в задачах мониторинга пожаров. PostgreSQL предлагает расширенные функции по обеспечению целостности данных и безопасности, что является неотъемлемым требованием в управлении экологическими данными.

Для развертывания БД было выбрано облачное решение - Yandex Cloud с кластером для PostgreSQL. В процессе настройки кластера было выбрано окружение, ресурсы и настроена конфигурация (Рисунки 17 - 19).

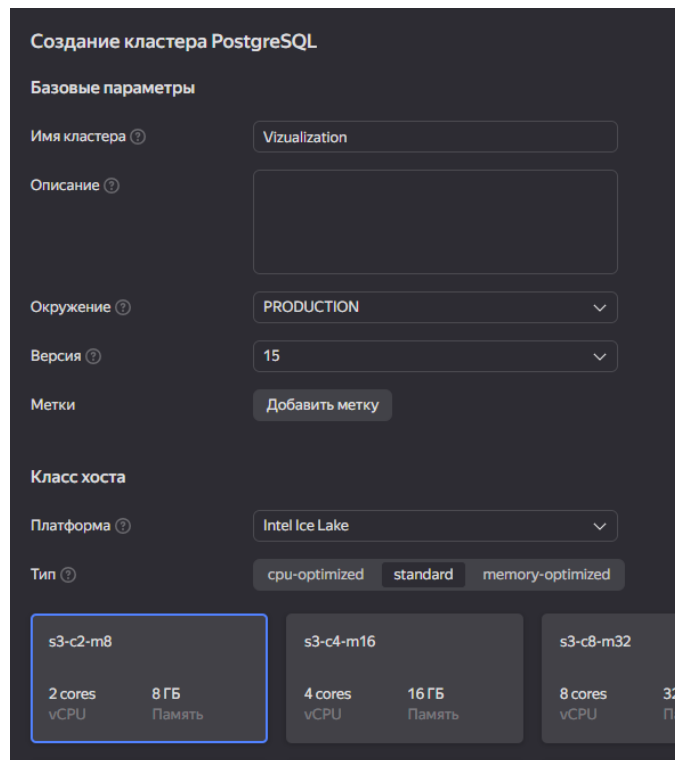


Рисунок 17 – Общие настройки кластера и выбор объема вычислительных ресурсов

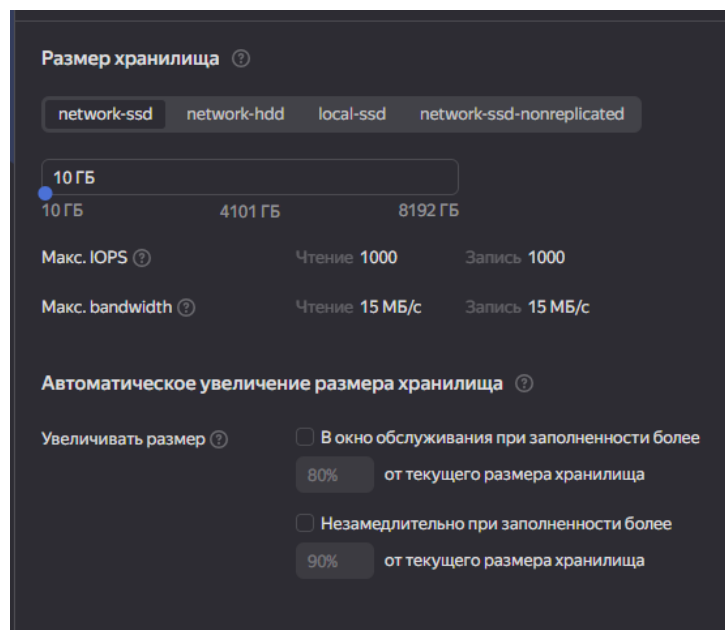


Рисунок 18 – Выбор формата и объема хранилища

Настроены параметры резервного копирования, интервал сброса сессий и запросов (Рисунок 19).

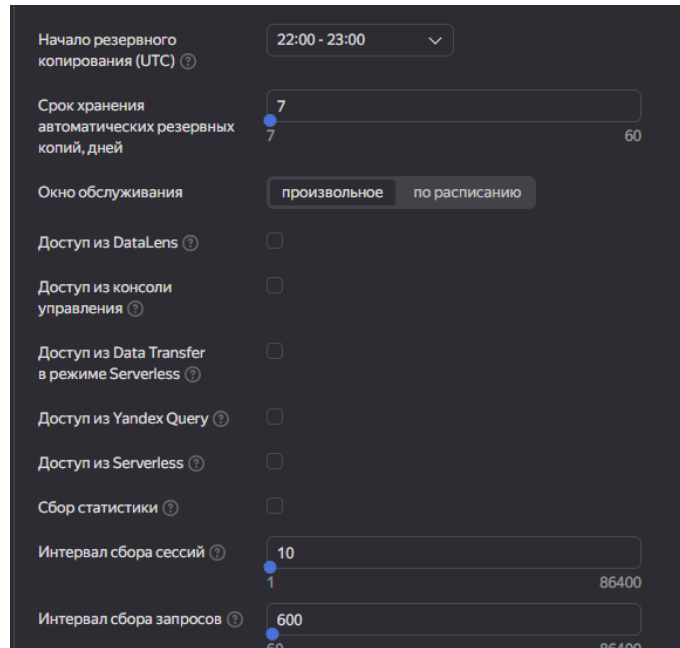


Рисунок 19 - Настройка параметров резервного копирования и интервалов

Подготовлен файл конфигурации, с названием postgresql.conf, с указанием следующих параметров кластера:

```
# DB Version: 13
# OS Type: linux
# DB Type: oltp
# Total Memory (RAM): 8 GB
# CPUs num: 2
# Data Storage: ssd
shared_buffers = 2GB
effective_cache_size = 4GB
maintenance_work_mem = 512MB
checkpoint_completion_target = 0.9
wal_buffers = 16MB
default_statistics_target = 100
random_page_cost = 1.1
effective_io_concurrency = 200
```


max_worker_processes = 2

max_parallel_workers_per_gather = 2

max_parallel_workers = 2

max_connections = 100

autovacuum = on

Таким образом, выбор Python и PostgreSQL обоснован их возможностями, которые позволяют быстро и эффективно решать задачи, обеспечивая при этом надежность, гибкость и масштабируемость.

3.2 Разработка, тестирование и оценка выходных результатов

3.2.1 Интерфейс и порядок взаимодействия с приложением

Первым шагом был создан макет интерфейса, с первичной логикой расположения элементов управления, кнопок, тулбаров и зон отображения данных [11]. Был проанализирован конечный продукт и обеспечено удобство, простота, а также интуитивная понятность для пользователя, что является главным при релизе (Рисунок 20).

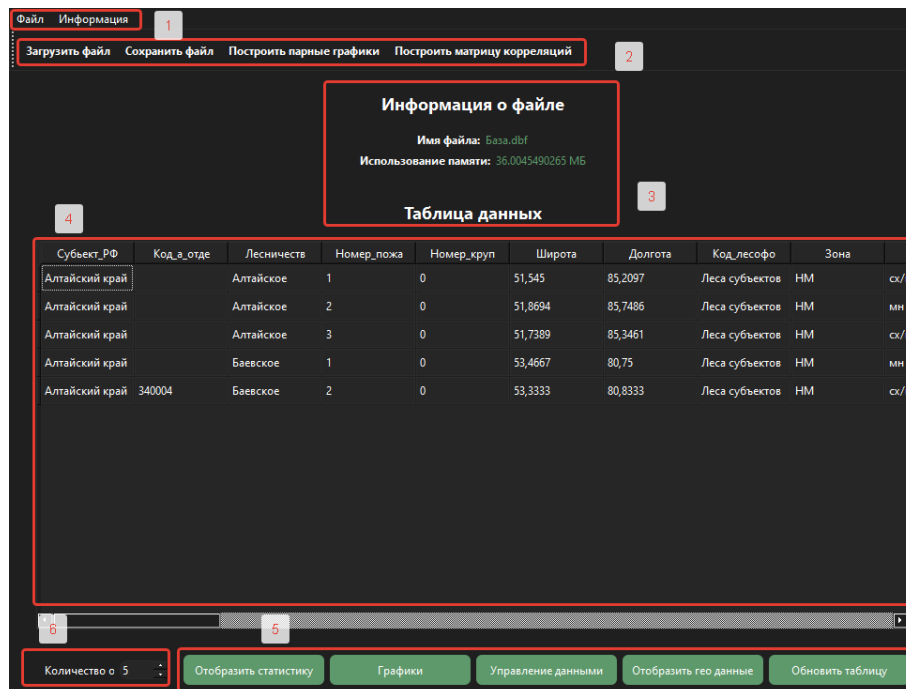


Рисунок 20 – Интерфейс программы

- системный тулбар – Файл, Информация
- основной тулбар. Кнопки загрузки и выгрузки данных, а также построения парных графиков и матрицы корреляций
- блок информации о файле
- зона построения табличных данных и графиков
- блок кнопок построения графиков, статистики и геоданных
- селектор вывода строк (активен при выводе табличных данных)

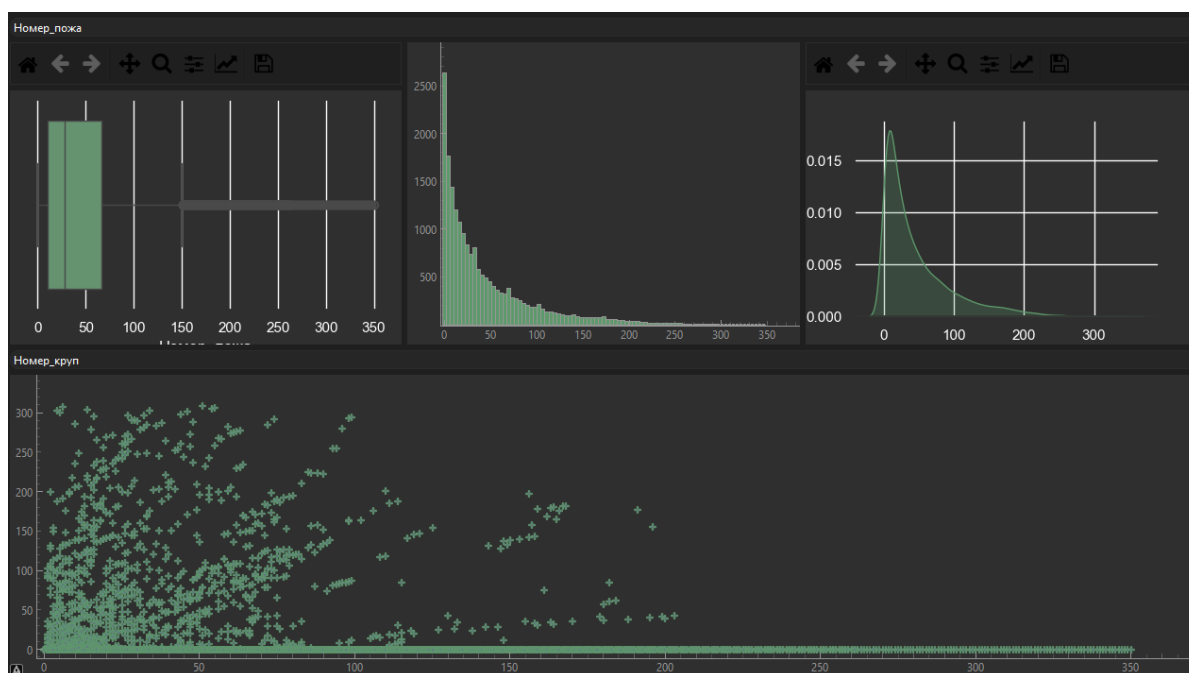


Рисунок 21 – Интерфейс результирующей зоны построения

- а) верхний тулбар, в верхней части интерфейса размещается тулбар с меню, которое включает в себя следующие пункты:
- 1) файл: Предоставляет опции загрузки и выгрузки данных, сохранения результатов анализа и выхода из программы,
 - 2) информация: Содержит сведения о программе, версии, авторских правах, а также инструкции и помощь пользователям;

б) разработка основного тулбара, непосредственно под верхним тулбаром располагается основной тулбар с инструментами для работы с данными:

- 1) кнопка Загрузки данных позволяет импортировать данные для анализа,
- 2) кнопка Выгрузки данных обеспечивает экспорт результатов работы,
- 3) инструменты для построения парных графиков и матрицы корреляций позволяют визуализировать взаимосвязи между переменными;

в) реализация блока информации о файле:

- 1) блок информации отображает ключевые параметры текущего загруженного файла, такие как имя файла, размер и дату последнего изменения. Это обеспечивает пользователям необходимую контекстную информацию о работе с данными;

г) зона отображения данных и графиков

- 1) основная рабочая область интерфейса предназначена для отображения табличных данных и графиков. Это включает в себя таблицы с данными и различные типы графиков, отображаемых в зависимости от выбранных пользователем опций анализа;

д) инструменты для визуализации и анализа в нижней части интерфейса располагаются кнопки для:

- 1) построения графиков: Активация этой функции позволяет создавать графическое представление данных,
- 2) статистики: Обеспечивает доступ к расчёту статистических показателей и их отображению,
- 3) геоданных: Интегрирует географические данные и карты для пространственного анализа;

е) селектор вывода строк:

1) для удобства работы с табличными данными реализован селектор, который позволяет контролировать количество строк, отображаемых на экране [17].

В процессе разработки интерфейса была обеспечена отзывчивость и адаптивность, чтобы интерфейс корректно отображался на разных устройствах и платформах, с разными экранами, поскольку в отделе сотрудники пользуются ПК с мониторами различного разрешения.

Инструкция пользователя и администратора, а также инструкция по работе с базой данных представлены в Приложение А.

Кнопка «Управление данными» позволяет изменить данные из программного интерфейса.

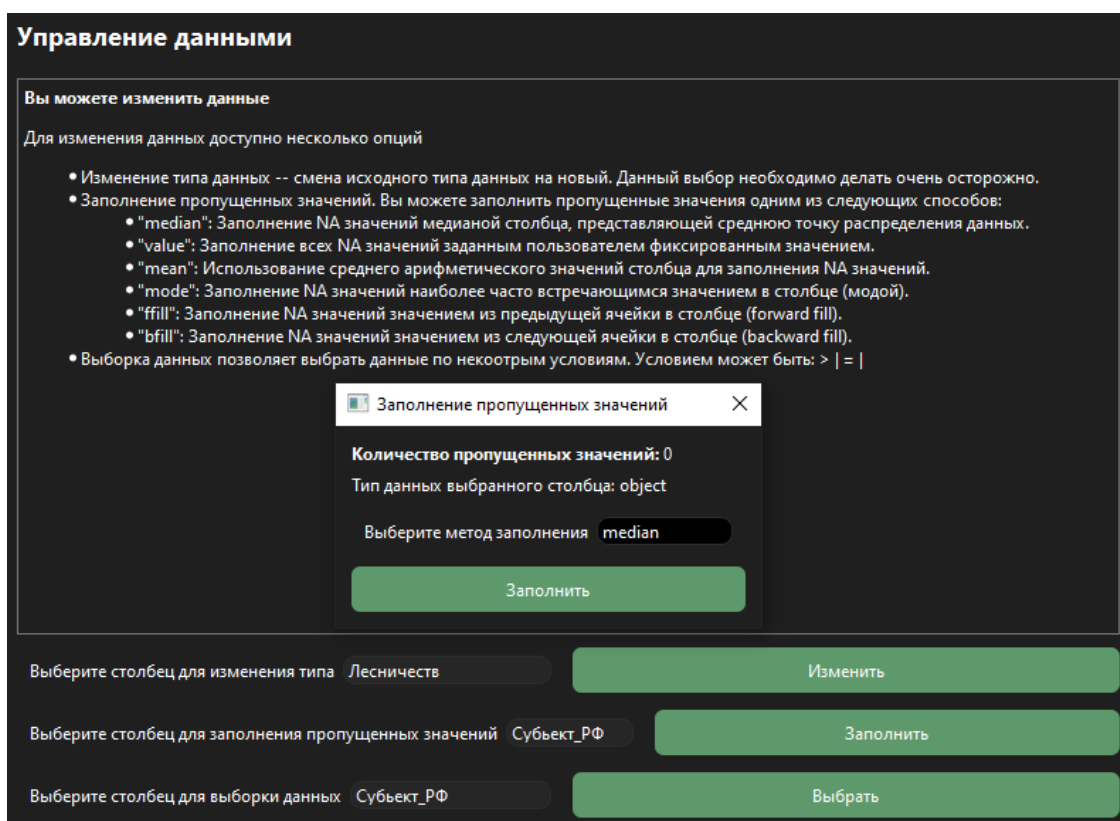


Рисунок 22 – Окно редактирования данных

В первом релизе для изменения данных доступно заполнение пропущенных значений одним из следующих способов:

"median": Заполнение NA значений медианой столбца, представляющей среднюю точку распределения данных.

"value": Заполнение всех NA значений заданным пользователем фиксированным значением.

"mean": Использование среднего арифметического значений столбца для заполнения NA значений.

"mode": Заполнение NA значений наиболее часто встречающимся значением в столбце (модой).

"ffill": Заполнение NA значений значением из предыдущей ячейки в столбце (forward fill).

"bfill": Заполнение NA значений значением из следующей ячейки в столбце (backward fill).

Выборка данных позволяет выбрать данные по некоторым условиям. Условием может быть «больше», «меньше», или «равно».

3.2.2 Схема сбора и обработки информации

Алгоритм обработки данных включает следующие этапы:

- сбор данных: Организуется сбор входных данных из различных источников. Это могут быть данные от датчиков на лесных участках, спутниковые изображения, метеорологическая информация, а также исторические данные о прошлых пожарах;
- предварительная обработка: Полученные данные подвергаются предварительной обработке, которая включает их очистку, нормализацию и трансформацию. В этом этапе исключаются ошибочные или неполные записи, унифицируются единицы измерения и готовятся данные для аналитической обработки. Результат выгружается в формате `xlsx` или `dbf`;
- загрузка данных: Данные из файла загружаются в программу;
- анализ данных: На этом этапе данные проходят через аналитический модуль. Цель анализа - выявление закономерностей, построение

дашбордов, выборки и чартов (графиков). Программа использует регрессионный анализ, а также кластеризацию;

- визуализация результатов: После анализа данные представляются в виде интерактивных чартов, диаграмм и отчетов, которые делают информацию доступной для интерпретации и принятия решений пользователями программы;
- постпроцессинг: в заключительном этапе программа обеспечивает функции постпроцессинга, такие как подготовка отчетов о результатах анализа и выгрузка построенных чартов.

Алгоритм в последующих релизах будет изменен и масштабирован, чтобы программа могла совершенствоваться с учетом новых данных и аналитических методик.

3.2.3 Тестирование процесса обработки и визуализации данных

Процесс тестирования начинается с загрузки данных из файла в формате DBF (dBASE table file format) через интерфейс программы.

Пользователь начинает с запуска программы и перехода к тулбару, где размещены опции для работы с данными. В данном случае пользователь должен найти и выбрать опцию "Загрузить файл" (Рисунок 23).

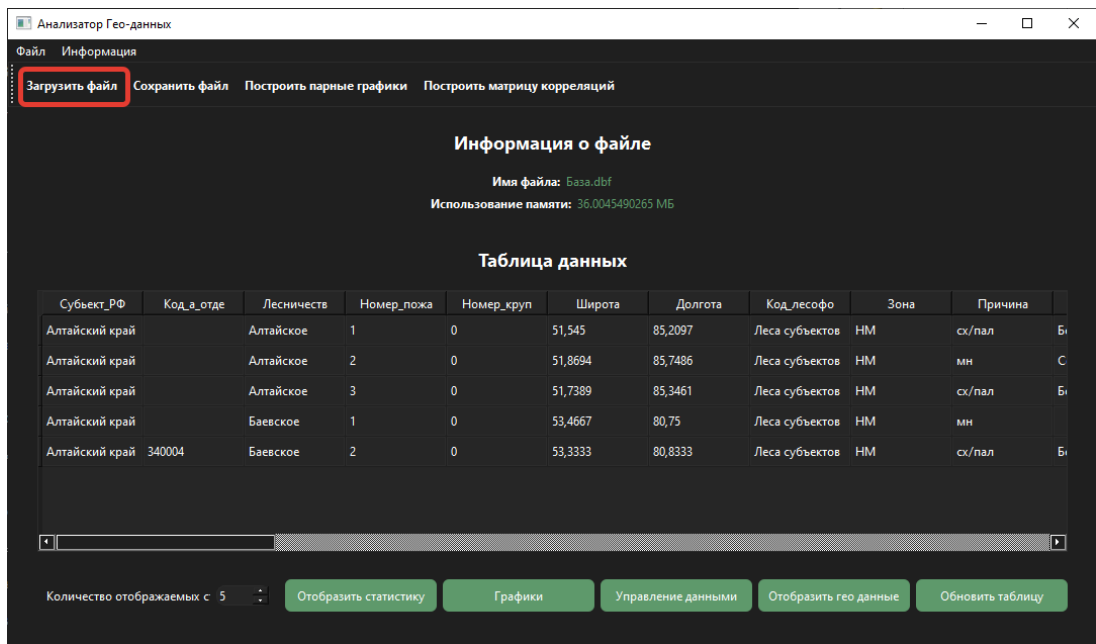


Рисунок 23 – Стартовое окно

После активации функции загрузки данных открывается диалоговое окно для выбора файла. Пользователь должен навигировать по файловой системе компьютера, чтобы найти и выбрать нужный файл в формате DBF. Обычно это делается с помощью стандартного окна выбора файла, где можно просмотреть доступные директории и файлы.

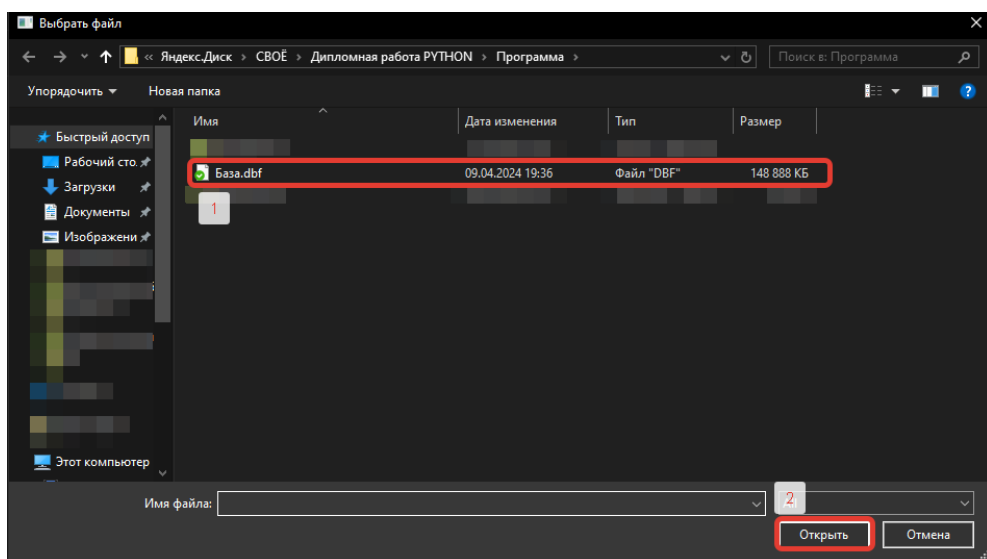


Рисунок 24 – Окно загрузки

Пользователю будет предложено настроить параметры импорта. В данном случае происходит указание кодировки файла, в дальнейших релизах планируется реализовать выбор конкретных полей для импорта и настройка опций преобразования данных.

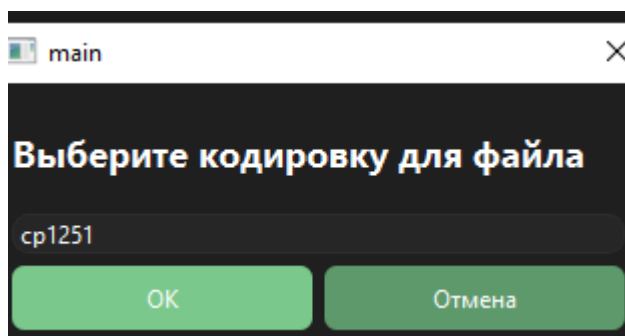


Рисунок 25 – Выбор кодировки файла

После настройки всех необходимых параметров, пользователь подтверждает загрузку данных, нажимая кнопку "OK". Программа производит чтение и анализ файла DBF, преобразуя содержащиеся в нем данные в формат, соответствующий структуре базы данных.

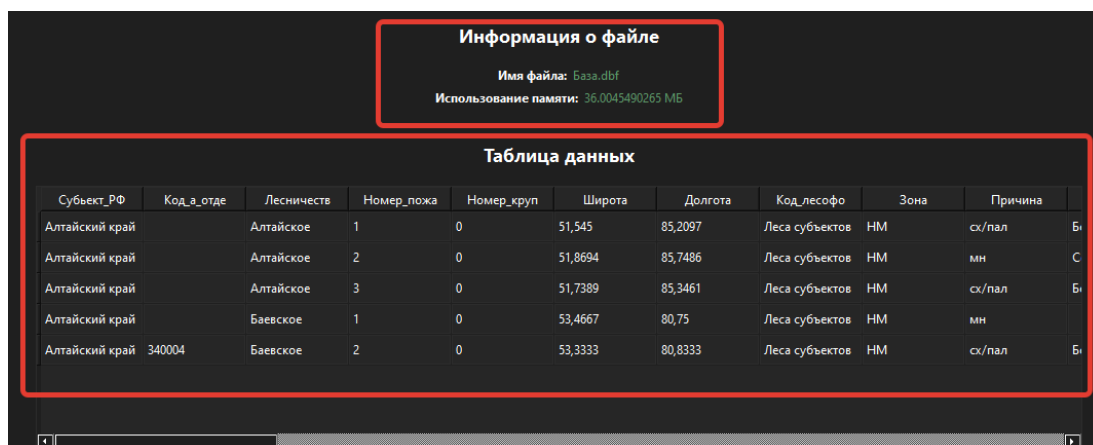


Рисунок 26 – Представление информации о файле и данных

По завершении загрузки, система выполняет валидацию загруженных данных, чтобы убедиться в их корректности и полноте и готовности отдельных дашбордов к построению чартов. В случае обнаружения ошибок или несоответствий, пользователь может получить уведомление с предложением дополнить данные и уведомлением о том, что игнорирование предупреждения может привести к ошибкам в процессе дальнейшего построения графиков.

Тест 1 – это процесс построения парных графиков по выбранным дашбордам. После активации функции визуализации пользователь должен выбрать набор данных, который будет использоваться для построения графиков. Это может быть сделано через диалоговое окно или панель управления, где пользователь может отметить интересующие его переменные или загрузить предварительно определённый набор данных. В дальнейших релизах пользователь сможет выбрать типы графиков, которые необходимо построить (например, диаграммы рассеяния, гистограммы, линейные графики), а также настроить аспекты визуализации, такие как цвета, метки и шкалы.

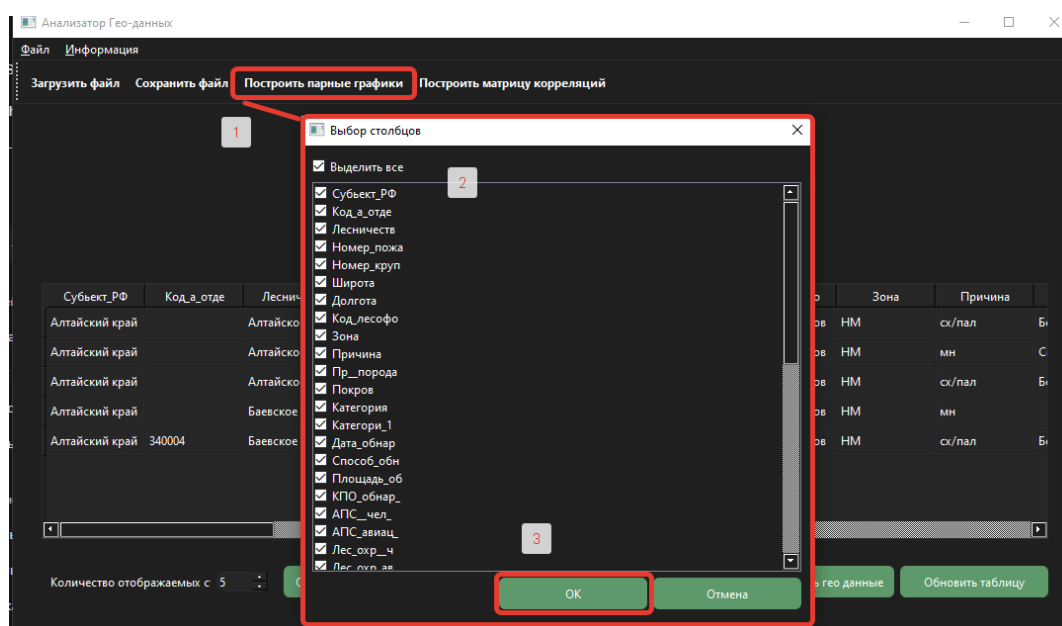


Рисунок 27 – Окно выбора столбцов

После настройки всех параметров пользователь запускает процесс построения графиков. Программа обрабатывает выбранные данные, применяет заданные настройки визуализации и генерирует графики, которые затем отображаются на дашборде.

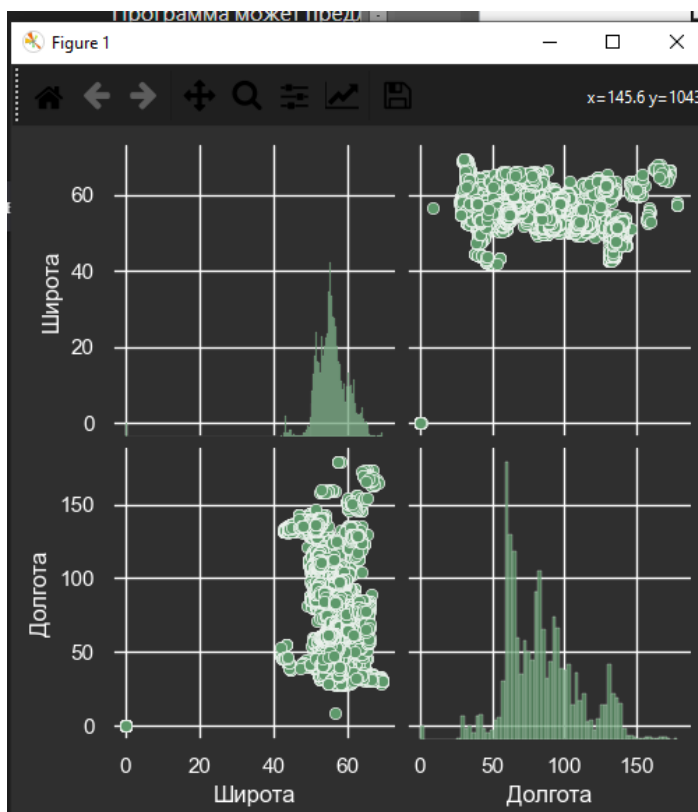


Рисунок 28 – Результат построение дашборда

Тест 2 - пользователь активирует функцию построения матрицы корреляций, через специальную кнопку в верхнем тулбаре. Матрица корреляций визуализируется в виде тепловой карты, где цвета отражают силу корреляции между переменными. Это позволяет пользователю быстро оценить, какие переменные сильно коррелируют или, наоборот, слабо связаны друг с другом, что позволит далее отключить некоторые данные или наоборот включить их в построение последующих графиков. Пользователь анализирует полученные корреляции для определения зависимостей или аномалий в данных.

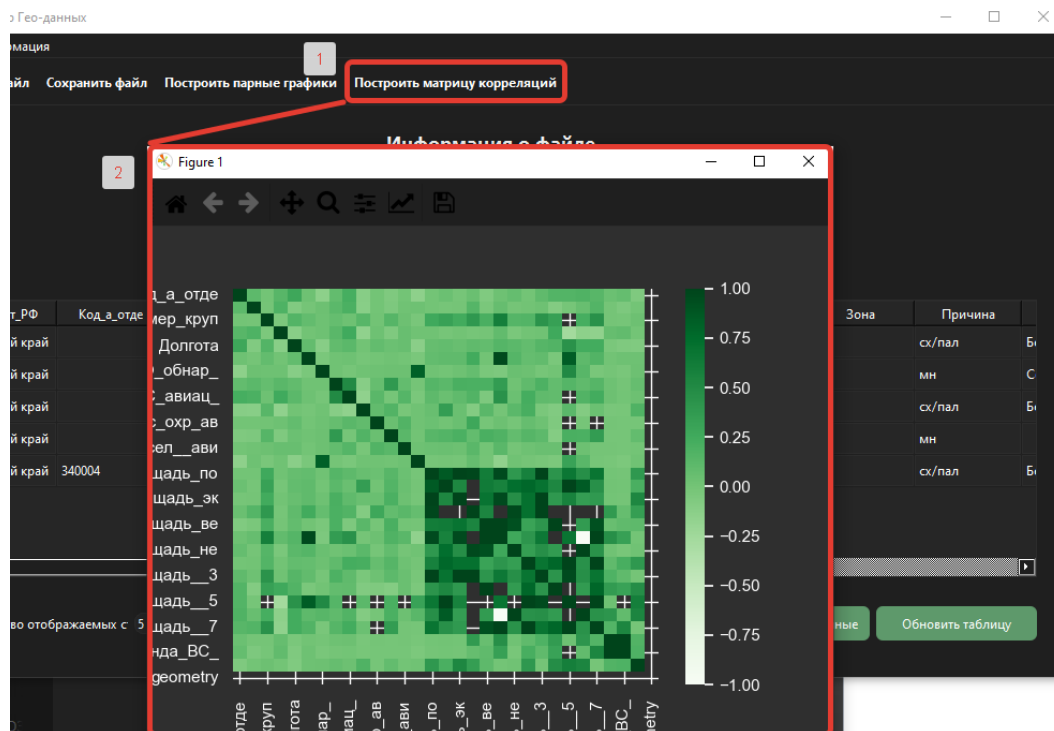


Рисунок 29 – Результат генерации матрицы корреляций

Тест 3 – Отображение статистического описания данных. Кнопка предназначена для предоставления пользователю обширного описательного статистического анализа выбранного набора данных. Эта функция позволяет пользователю получить детальное понимание основных характеристик данных, Представление «Статистическое описание данных» позволяет увидеть автоматически собранную информацию о параметре, типе данных и возможности использования значения null в его интерпретации.

В следующих релизах планируется отображать здесь также следующие данные:

Среднее значение (Mean): Среднее арифметическое всех значений в наборе данных.

Медиана: Значение, разделяющее набор данных на две равные части.

Мода: Наиболее часто встречающееся значение в наборе данных.

Минимальное и максимальное значения: Наименьшее и наибольшее значения в наборе данных.

Стандартное отклонение: Мера разброса значений данных относительно их среднего.

The image shows a software window with two main sections. The top section, titled "Статистическое описание данных", contains a table with 8 columns: "Статистика", "Субъект_РФ", "Код_а_отде", "Лесничеств", "Номер_пожа", "Номер_круп", "Широта", and an unlabeled column. The rows represent different statistical measures: "count", "unique", "top", "freq", and "mean". The bottom section, titled "Характеристика данных", displays a text-based summary of a pandas DataFrame, including the number of entries, total columns, and a list of columns with their data types and non-null counts.

Статистика	Субъект_РФ	Код_а_отде	Лесничеств	Номер_пожа	Номер_круп	Широта	
count				19434	19434	19434	19434
unique	69	230	871	nan	nan	nan	nan
top	Красноярский ...	060205	Нижневартовс...	nan	nan	nan	nan
freq				nan	nan	nan	nan
mean	nan	nan	nan	46,8626	4,87316	55,5937	84,...

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 19434 entries, 0 to 19433
Data columns (total 45 columns):
# Column Non-Null Count Dtype
-----
0 Субъект_РФ 19434 non-null object
1 Код_а_отде 18204 non-null object
2 Лесничеств 19250 non-null object
3 Номер_пожа 19434 non-null float64
4 Номер_круп 19434 non-null float64
5 Широта 19434 non-null float64
6 Долгота 19434 non-null float64
7 Код_лесофо 19432 non-null object
```

Рисунок 30 – Окно характеристики данных

Тест 4 - Кнопка "Графики" активирует комплексный интерфейс визуализации данных, который позволяет пользователям глубоко анализировать переменные и их взаимосвязи через динамичное построение графиков. Этот интерфейс разделен на две основные зоны: верхнее и нижнее представления графиков.

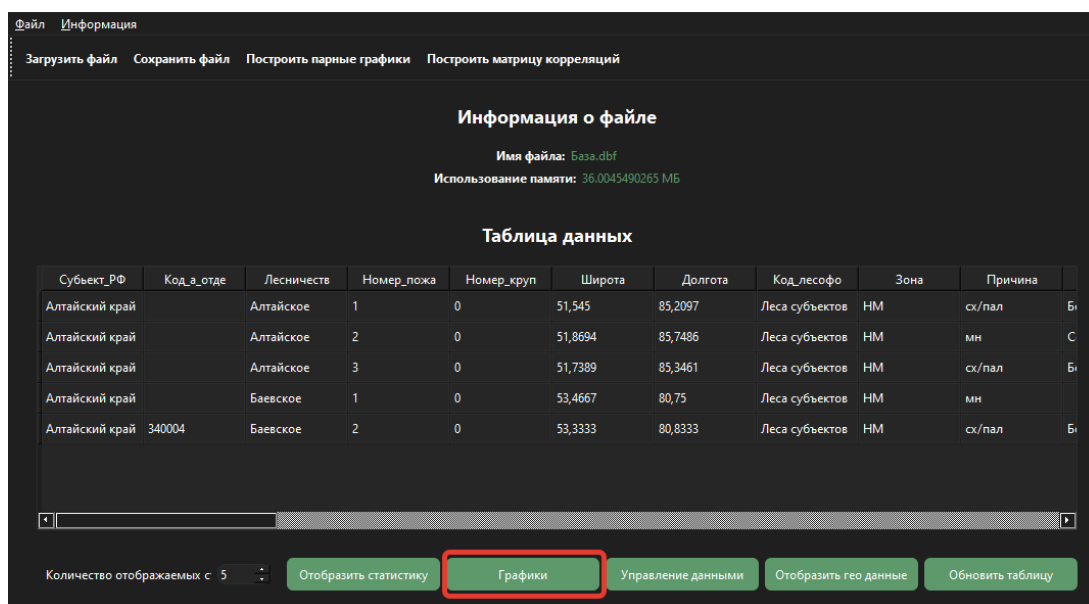


Рисунок 31 – Кнопка построения графиков

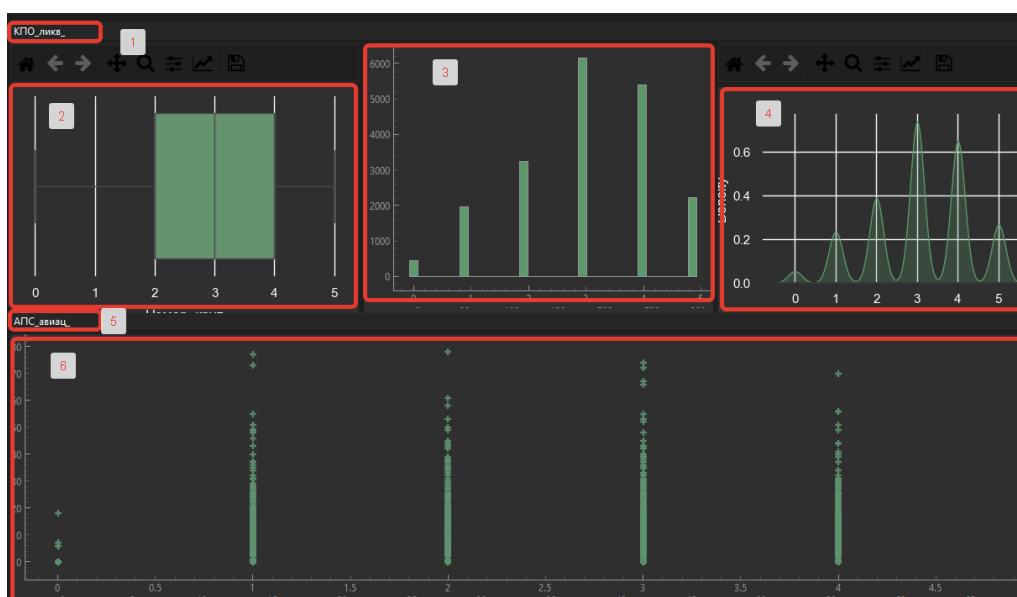


Рисунок 32 – Зона чартов/графиков

В верхней части интерфейса расположены три графика (зоны 2-4), каждый из которых предназначен для визуализации данных в зависимости от выбранного параметра в поле 1. Над этими графиками находится поле выбора параметра, которое позволяет пользователю указать конкретный атрибут данных для визуализации. Это может быть, например, температура,

влажность, количество осадков или любой другой параметр, доступный в данных. В данном тесте используется параметр Класс пожарной опасности.

Нижняя часть интерфейса (зона 6) включает один график, который позволяет изучать взаимосвязь между двумя параметрами. Рядом с этим графиком находится поле выбора параметра (5), где пользователь может выбрать две переменные для анализа их корреляции или другого типа связи. На основе выбранных параметров программа строит график, который представляет диаграмму рассеяния, показывающую взаимное распределение данных и выявляющую возможные корреляционные зависимости. В данном тесте используется параметр использования средств авиационного пожаротушения. График отображает связь класса пожара и использования средств авиационного пожаротушения.

Каждый график в интерфейсе снабжен функцией экспорта, которая позволяет сохранить изображение графика в формате PNG. Это особенно полезно для подготовки презентаций, отчетов или публикаций, где необходимо представить наглядные иллюстрации анализа данных. Функция экспорта обычно доступна через контекстное меню или специальную кнопку «Экспорт», расположенную рядом с каждым графиком.

3.2.4 Анализ и оценка результатов работы модели визуализации данных

В текущем релизе программы модель визуализации данных не идеальная и требует дополнительной оптимизации и корректировки в будущих релизах.

Модель визуализации в текущей версии программы предоставляет значительный спектр графических представлений данных, включая временные ряды, диаграммы рассеяния и корреляционные матрицы. Эти инструменты позволяют глубже исследовать структуру данных, выявлять закономерности и аномалии. Однако анализ работы модели показывает, что в некоторых случаях графики могут быть перегружены или содержать

недостаточно детализированную информацию для полноценного анализа сложных взаимосвязей [9].

Проблемы и недостатки:

- недостаточная точность и четкость графиков: в некоторых случаях, особенно при большом объеме данных, графики становятся перегруженными, что затрудняет их анализ. Требуется дополнительная настройка параметров визуализации для улучшения читаемости;
- ограниченная кастомизация: текущие возможности по настройке аспектов визуализации (цвета, шрифты, масштаб) остаются ограниченными, что может не удовлетворять отдельным потребностям пользователей;
- время отклика при загрузке данных: с ростом объема данных есть вероятность роста времени, необходимого для их обработки и отображения на графиках, что может приводить к задержкам в работе программы.

Положительные аспекты.

Несмотря на указанные недостатки, модель визуализации представляет полезный инструмент в работе. Графики могут быть использованы для первичного анализа и использования в отчетах, для принятия дальнейших решений и прогнозирования нагрузки на отдельные ресурсы в случае возникновения пожаров определенного класса, распространения и типа. Визуализация данных в данной реализации упрощает интерпретацию сложных наборов данных и способствует более эффективному взаимодействию пользователей с сухим набором информации.

Программа обеспечивает аналитикам ВНИИЛМ доступ к детальным и точным визуализациям, которые упрощают интерпретацию сложных наборов данных. Благодаря глубокой и многоаспектной визуализации данных, аналитики могут лучше понимать закономерности и тренды, что повышает качество аналитических выводов и облегчает принятие обоснованных

решений. Таким образом, аналитики отмечают, что теперь смогут быстрее переходить от первоначальной обработки данных к их глубокому анализу и интерпретации, а также улучшить качество и скорость построения ретроспективных и прогнозных отчетов.

В ходе тестирования, совместно с представителями ВНИИЛМ были разработаны задачи для реализации в последующих релизах:

- улучшение интерактивности графиков: Внедрение более динамичных и интерактивных элементов в графики может значительно повысить их информативность и удобство использования. Возможность изменять масштаб, выбирать категории данных для отображения на графике или проводить различные виды анализа прямо в процессе визуализации улучшат пользовательский опыт;
- расширение аналитических функций: Включение дополнительных аналитических инструментов, таких как прогностические модели, кластеризация данных и принципиальный анализ компонент, может предоставить пользователям больше возможностей для глубокого понимания данных;
- реализация пользовательских шаблонов дашбордов: Позволит пользователям создавать и сохранять собственные шаблоны дашбордов для часто используемых видов анализа. Это ускорит работу с программой и сделает её более адаптированной к специфическим потребностям;
- расширение поддержки форматов данных: Поддержка большего количества форматов входных данных позволит пользователям легче интегрировать визуализацию в существующие рабочие процессы без дополнительных преобразований данных;
- улучшенная поддержка совместной работы: Внедрение функций для совместной работы над анализом данных, таких как комментарии, аннотации и версионирование изменений, улучшит

пользовательский опыт и позволит увеличить эффективность прикладного использования инструмента.

В целом, несмотря на некоторые текущие ограничения, модель визуализации данных уже сейчас является мощным инструментом в арсенале аналитиков исследовательского отдела, а предстоящие улучшения позволят значительно расширить её функциональность и удобство использования.

Вывод по главе 3

В результате проведенной в третьей главе работы удалось провести разработку программного обеспечения, а также провести его тестирование на базе ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации.

Несмотря на некоторые текущие ограничения, модель визуализации данных уже сейчас является мощным инструментом в арсенале аналитиков исследовательского отдела, а предстоящие улучшения позволят значительно расширить её функциональность и удобство использования.

Заключение

В бакалаврской работе был проведен глубокий анализ горимости лесов, включая классификацию и причины возникновения лесных пожаров, основываясь на современных данных и исследованиях. Исследование включало взгляды на управление рисками и прогнозирование развития пожаров в условиях изменения климата, что указывает на возрастающую продолжительность пожароопасных сезонов в различных регионах. Также были рассмотрены методы сбора и анализа цифровых данных о лесных пожарах, включая спутниковое дистанционное зондирование, что подчеркивает значимость глобальных и региональных информационных систем в мониторинге и реагировании на пожарные события.

На основе полученных данных и анализа текущего состояния проблемы лесных пожаров и методов их мониторинга, вторая глава дипломной работы была направлена на разработку и реализацию программного обеспечения для визуализации анализа процесса горимости лесов.

В результате удалось реализовать кластер СУБД PostgreSQL. Также в третьей главе провести разработку программного обеспечения и его тестирование на базе ВНИИЛМ Всероссийский научно исследовательский институт лесоводства и механизации. Проведена реализация проекта на базе ВНИИЛМ, что позволило оптимизировать ресурсы аналитиков и получить надежную площадку для тестирования проекта на проверенных, подробных и структурированных данных.

Несмотря на некоторые текущие ограничения, модель визуализации данных уже сейчас является мощным инструментом в арсенале аналитиков отдела пирологии, а предстоящие улучшения позволят значительно расширить её функциональность и удобство использования.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации (ВНИИЛМ) [Электронный ресурс]: Структура института. URL: <https://vniilm.ru/myself/divisions/> (дата обращения: 17.04.2024)
2. Глотова. Т.В. «Объектно-ориентированная методология разработки сложных систем» П: Учебное пособие 2001. 49 с.
3. Залесов А.С. Классификация лесных пожаров. Методические указания по курсу «Лесная пирология», Е.: УГЛТУ, 2011. 15 с.
4. Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянскогоэкорегiona». 2-е изд., перераб. и доп. К. 2011. 130 с.
5. Курбатский Н.П. К дискуссии о классификации лесных пожаров. Горение и пожары в лесу (Материалы координационного совещания, состоявшегося 18-22 мая 1971). К.: ИЛид СО АН СССР 1973. 3-18 с.
6. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс]: Нотация IDEF0. URL: <https://www.businessstudio.ru/wiki/docs/v4/doku.php/ru/csdesign/bpmodeling/bpmodeling/> (дата обращения: 25.11.2023).
7. Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области [Электронный ресурс]: Итоги пожароопасного сезона 2023 URL: <https://priroda.samregion.ru/2024/02/07/v-samarskoj-oblasti-podvedeny-itogi-rozharoopasnogo-sezona-2023/> (дата обращения: 18.04.2024)
8. Моделирование в IDEF0 [Электронный ресурс] Основные понятия URL: <http://projectimo.ru/biznes-processy/idef0.html/> (дата обращения: 18.11.2023).
9. Модель данных [Электронный ресурс]: E-Alekseev. URL: http://inf.ealekseev.ru/text/Model_dannyh.html/ (дата обращения: 03.12.2021).

10. Надежность программного обеспечения [Электронный ресурс]: Учебный центр Алексея Глазачева по надёжности, рискам, теории вероятностей, статистике и комбинаторике. URL: <https://areliability.com/nadyozhnostprogrammного-obespecheniya/> (дата обращения: 03.04.2024).

11. Нейл Т., Б. Скотт. Проектирование веб–интерфейсов. Пер. с англ. А. Минаева. СПб.: Символ–плюс, 2010. - 348 с

12. Процесс разработки программного обеспечения [Электронный ресурс]: Williamspublishing Режим доступа. URL: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5–8459–0276–2/part1.pdf> (дата обращения: 25.11.2023).

13. Расчет надежности аппаратной части. [Электронный ресурс]: Расчет надежности системы - Проектирование динамического интерфейса для работающего web-приложения. URL: <https://vuzlit.ru/972069/> (дата обращения: 03.04.2024).

14. Реинжиниринг бизнес – процессов [Электронный ресурс]: URL: <https://hr-portal.ru/pages/bpta/bpta46.php> (дата обращения: 25.11.2023).

15. Середович В.А., Ключниченко В.Н., Тимофеева Н.В. Геоинформационные Системы (назначение, функции, классификация). Н.: СГГА 2008. 251 с.

16. Связи между таблицами базы данных Хабр. [Электронный ресурс]: Как построить такие таблицы. URL: <https://habr.com/ru/post/488054> (дата обращения: 09.12.2024).

17. Систематизация потока ценности (VSM) статья [Электронный ресурс]: Преимущества систематизации потока ценности. URL: <https://www.atlassian.com/ru/continuous-delivery/principles/value-streammapping> (дата обращения: 25.11.2023).

18. Таранцева К.Р. Надежность технических систем и техногенный риск. П: Учебное пособие, 2012. 220 с.

19. Теория и практика UML [Электронный ресурс]: Диаграмма последовательности. URL: http://it-gost.ru/articles/view_articles/94/ (дата обращения: 20.04.2024).

20. SWOT-анализ компании: инструкция, примеры и применение [Электронный ресурс]: SWOT-анализ: для чего и как применяется. URL: <https://fireseo.ru/blog/swot-analiz/> (дата обращения: 25.11.2023).

Приложение А

Инструкции Пользователя и Администратора по работе с решением

Инструкция пользователя:

Шаг 1 Запуск программы:

- откройте программу, кликнув по иконке на рабочем столе или из меню "Программы".

Шаг 2 Загрузка данных:

- перейдите в меню "Файл" на верхнем тулбаре,
- выберите "Загрузить данные",
- в появившемся окне выберите файл данных с вашего компьютера и нажмите "Открыть".

Шаг 3 Анализ данных:

- а) используйте основной тулбар для применения инструментов анализа:
 - 1) нажмите на кнопку "Построение парных графиков" для визуализации взаимосвязей между переменными,
 - 2) нажмите на кнопку "Матрица корреляций" для просмотра степени корреляции между переменными;
- б) дождитесь результата построения графиков в зоне построения графиков и таблиц.

Шаг 4 Экспорт данных:

- Для сохранения результатов анализа перейдите в меню "Файл",
- Выберите "Выгрузить данные",
- Укажите путь сохранения файла и нажмите "Сохранить".

Продолжение Приложения А

Шаг 5 Закрытие программы:

- Для выхода из программы выберите "Выход" в меню "Файл" или нажмите крестик в левой верхней части программы.

Инструкция администратора по установке и обновлению программы на ПК пользователей

Шаг 1 Установка программы:

- скачайте установочный файл программы,
- запустите установочный файл от имени администратора и следуйте инструкциям мастера установки.

Шаг 2 Настройка параметров системы:

- войдите в систему с правами администратора,
- настройте параметры системы через административную панель, доступ к которой можно получить через меню "Инструменты" на основном тулбаре,
- задайте параметры доступа, безопасности и резервного копирования данных.

Шаг 3 Обновление программы:

- проверьте наличие обновлений в меню "Информация",
- следуйте инструкциям для скачивания и установки обновлений программы.

Шаг 4 Мониторинг логов программы:

- регулярно проверяйте журналы системы на предмет ошибок или предупреждений,
- отслеживайте производительность программы через встроенные инструменты мониторинга.

Продолжение Приложения А

Шаг 5 Поддержка пользователей:

- оказывайте техническую поддержку пользователям программы,
- обеспечивайте обучение и консультации для новых пользователей.

Эти инструкции обеспечивают базовое руководство по использованию программы для конечных пользователей и административный контроль для администраторов.

Инструкция по поддержанию базы данных PostgreSQL для администратора

Шаг 1 Регулярное резервное копирование:

а) настройка автоматических резервных копий:

- 1) воспользуйтесь утилитами `pg_dump` для создания полных резервных копий базы данных;
- 2) настройте `cron` (Linux) или Планировщик задач (Windows) для автоматического создания резервных копий на ежедневной или еженедельной основе;

б) хранение резервных копий:

- 1) обеспечьте безопасное хранение резервных копий на внешних или облачных хранилищах;
- 2) регулярно проверяйте целостность резервных копий.

Шаг 2 Мониторинг состояния базы данных:

а) использование утилит мониторинга:

- 1) настройте `pgAdmin` или другие специализированные инструменты (например, `Zabbix`, `Prometheus`) для мониторинга активности и производительности базы данных;
- 2) отслеживайте такие параметры, как время отклика, объем транзакций, использование памяти и CPU;

б) анализ логов:

Продолжение Приложения А

- 1) регулярно проверяйте логи PostgreSQL на предмет ошибок или предупреждений;
- 2) настройте автоматическое уведомление о критических ошибках через систему мониторинга.

Шаг 3 Обновление и обслуживание:

а) плановое обновление:

- 1) следите за обновлениями PostgreSQL и безопасных патчей;
- 2) планируйте и проводите обновления вне пиковых часов, чтобы минимизировать простой;

б) оптимизация производительности:

- 1) регулярно проводите анализ и оптимизацию запросов и индексов;
- 2) используйте функции EXPLAIN и ANALYZE для диагностики и улучшения производительности запросов.

Шаг 4 Безопасность:

а) управление доступом:

- 1) настройте аутентификацию и авторизацию пользователей с использованием ролевой модели доступа;
- 2) регулярно обновляйте политику доступа, удаляя устаревшие или неиспользуемые учетные записи;

б) шифрование и защита данных:

- 1) используйте шифрование для защиты данных, хранящихся и передаваемых между клиентом и сервером;
- 2) настройте VPN или SSH туннели для безопасного доступа к базе данных.

Продолжение Приложения А

Шаг 5 Восстановление после сбоев:

а) план восстановления:

- 1) разработайте и протестируйте план восстановления данных для случаев сбоев или катастроф;
- 2) обучите персонал методам быстрого восстановления после сбоев.

Приложение Б

Характеристика блока тестовых данных

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>  
RangeIndex: 19434 entries, 0 to 19433  
dtypes: float64(14), geometry(1), object(30)  
memory usage: 6.7+ MB
```

Data columns (total 45 columns):

Column Non-Null Count Dtype

```
-----  
0 Субъект_РФ 19434 non-null object  
1 Код_а_отде 18204 non-null object  
2 Лесничеств 19250 non-null object  
3 Номер_пожа 19434 non-null float64  
4 Номер_круп 19434 non-null float64  
5 Широта 19434 non-null float64  
6 Долгота 19434 non-null float64  
7 Код_лесофо 19432 non-null object  
8 Зона 19432 non-null object  
9 Причина 19424 non-null object  
10 Пр__порода 19061 non-null object  
11 Покров 19005 non-null object  
12 Категория 19340 non-null object  
13 Категори_1 19146 non-null object  
14 Дата_обнар 19434 non-null object  
15 Способ_обн 19375 non-null object  
16 Площадь_об 19434 non-null float64  
17 КПО_обнар_ 19434 non-null float64  
18 АПС__чел_ 19434 non-null float64  
19 АПС_авиац_ 19434 non-null float64  
20 Лес_охр__ч 19434 non-null float64  
21 Лес_охр_ав 19434 non-null float64  
22 Насел__че 19434 non-null float64  
23 Насел__ави 19434 non-null float64  
24 Дата_локал 19434 non-null object  
25 Дата_ликви 19434 non-null object  
26 КПО_ликв_ 19434 non-null float64  
27 Площадь_по 19434 non-null float64  
28 Площадь_за 6820 non-null object  
29 Площадь_эк 7527 non-null object  
30 Площадь_ре 126 non-null object  
31 Площадь_ве 527 non-null object
```

Продолжение Приложения Б

32 Площадь__1 144 non-null object
33 Площадь_не 1480 non-null object
34 Площадь__2 2359 non-null object
35 Площадь__3 3041 non-null object
36 Площадь__4 91 non-null object
37 Площадь__5 34 non-null object
38 Площадь__6 294 non-null object
39 Площадь__7 215 non-null object
40 Затраты_су 13359 non-null object
41 Аренда_ВС_ 4947 non-null object
42 Ущерб__тыс 13860 non-null object
43 Дата_изм_ 19434 non-null object
44 geometry 0 non-null geometry