

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(РГГМУ)

Институт Информационных систем и геотехнологий
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему Проектирование геоинформационной системы расчета рисков наводнений на реке Кубань

Исполнитель Егоров Николай Васильевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Истомин Евгений Петрович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

К.Г.И

(ученая степень, ученое звание)

Нагисеусса Георгий Александрович

(фамилия, имя, отчество)

«03 » июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7
1.1. Анализ предметной области	7
1.1.1. Определение цели разработки и целевой аудитории ИС	8
1.1.2. Обоснование необходимости разработки	9
1.1.3. Анализ разрабатываемых решений	11
1.1.4. Анализ аналогов и доступных решений на рынке	13
1.1.5. Выделение необходимого функционала	14
1.1.6. Определение нефункциональных требований	16
1.2. Анализ среды и выбор методов решения задач	17
1.2.1. SWOT-анализ	17
1.2.2. Определение этапов, сроков и стоимости разработки	20
1.2.3. Используемые технологии при разработке	23
ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	25
2.1. Язык UML	25
2.2. Диаграмма вариантов использования	26
2.3. Сценарии вариантов использования	29
2.4. Диаграмма последовательностей	31
2.5. Проектирование базы данных	33
2.6. Диаграмма компонентов	35
2.7. Диаграмма развёртывания	38
2.8. Схема бизнес-процессов	40
2.9. Макет приложения	42
ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	44

3.1. Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности проекта	44
3.2. Расчет фактических затрат на реализацию	44
3.3. Расчет ожидаемого результата экономической эффективности	51
3.4. Расчет NPV	53
3.5. Процесс реализации информационной системы	54
3.6. Расчет надежности программного и аппаратного комплекса ВКР	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А Сценарии вариантов использования	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Диаграммы последовательности	78
ПРИЛОЖЕНИЕ В Схемы бизнес-процессов	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Макет приложения	92

ВВЕДЕНИЕ

В условиях учащения природных катастроф возрастаёт значимость методов прогнозирования и управления рисками наводнений. Особенно это актуально для регионов с повышенной гидрологической активностью, таких как бассейн реки Кубань, где наводнения представляют серьёзную угрозу для населения, экономики и инфраструктуры.

Для эффективного контроля и предотвращения последствий таких стихийных бедствий всё шире используются геоинформационные системы. Эти цифровые платформы обеспечивают сбор, обработку и визуализацию данных, связанных с рисками затоплений. Благодаря геоинформационным системам можно не только своевременно оценить вероятность возникновения наводнения, но и снизить потенциальные потери за счёт оперативного реагирования и информирования.

Современные технологии анализа данных и картографирования позволяют прогнозировать зоны затопления, учитывать особенности местности и инфраструктуры, а также формировать эффективные планы действий в случае угрозы. Это делает ГИС незаменимым инструментом в управлении рисками природных катастроф.

Я хочу воспользоваться актуальностью проблемы наводнений и спроектировать геоинформационную систему, которая позволит эффективно анализировать и прогнозировать риски затоплений на реке Кубань. Такая система будет служить инструментом поддержки принятия решений как для специалистов в области гидрологии и ЧС, так и для широкой аудитории. Её функциональность обеспечит своевременное получение информации о потенциальных угрозах, что снизит негативные последствия чрезвычайных ситуаций, связанных с паводками.

Объект исследования - геоинформационная система расчета рисков наводнений на реке Кубань.

Предмет исследования - проектирование функциональной геоинформационной системы, которая обеспечит прогнозирование рисков наводнений и будет осуществлять мониторинг паводковой обстановки.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование геоинформационной системы, которая будет предназначена для точного прогнозирования наводнений и эффективного мониторинга паводковой обстановки. Система должна соответствовать современным подходам геоинформационного анализа. Ожидается, что внедрение такой системы позволит снизить риск наводнений, защитить население и инфраструктуру региона, а также повысит уровень оперативного реагирования на чрезвычайные события в условиях глобальных климатических изменений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие современные геоинформационные технологии.
2. Изучить потребности целевой аудитории и сформулировать требования к функционалу системы.
3. Спроектировать геоинформационную систему с удобным и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.
4. Провести анализ, выбрать оптимальные технологии и инструменты для разработки системы.

Данная система позволяет:

1. Следить за метеорологической и гидрологической обстановкой.

2. Рассчитать риски наводнений с применением современных математических моделей и алгоритмов.

3. Отображать потенциальные зоны затопления на интерактивных картах.

4. Уведомлять заинтересованные службы и население о возможных угрозах.

5. Анализировать исторические данные о наводнениях, чтобы выявить закономерности и улучшить прогнозы.

6. Предоставлять доступ специалистам к данным и прогнозам.

7. Оперативно оценивать обстановку.

Методы, стандарты и технологии, примененные в ВКР:

- Сравнительный анализ существующих геоинформационных систем расчета рисков наводнений – исследование существующих ГИС-решений для оценки их функциональных возможностей, точности прогнозирования и удобства использования;
- Моделирование системы с помощью UML-диаграмм;
- Анализ и моделирование бизнес-процессов в нотациях DFD;
- Технологии баз данных и управления базами данных;
- Использование инструментов ГИС;

Используемый инструментарий:

В ходе выполнения практической части ВКР будут использованы следующие стеки технологий: Python, фреймворк Django, HTML/CSS/JavaScript, DFD.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ предметной области

Геоинформационная система для расчета рисков наводнений на Кубани представляет собой ключевое и востребованное решение, которое обусловлено глобальными климатическими изменениями и усилением экстремальных погодных условий. В современных условиях увеличивается потребность в современных платформах, которые, обеспечат комплексный анализ и прогнозирование гидрологических угроз. Существующие системы мониторинга наводнений нередко сталкиваются с проблемами: сложности обработки больших объемов данных, недостаточная точность предсказаний и затруднения в интеграции с региональными структурами управления. Эти проблемы ограничивают их эффективность и требуют разработки нового подхода, учитывающего современные технологии анализа данных и взаимодействия с различными службами.

В источниках пишут, «Река Кубань самая большая в Краснодарском крае. Длина ее 870 километров с общей площадью бассейна в 58 тысяч квадратных километра. Но это без притоков. С учетом одного из них под названием Уллукамом протяженность увеличивается до 906 километров. А если добавить левобережные притоки - Афипс, Псекупс, Белая, Лаба, Пшиш и правобережные - Мара, Джегута, Горькая, то суммарная речная сеть Кубани составит 9842 километра, и принадлежит она бассейну Атлантического океана. К сказанному добавим - всего в большинстве своем полноводную и могучую Кубань впадает более 14 тысяч больших и малых рек» [1]. Кубань имеет важное значение для водоснабжения, сельского хозяйства и транспорта, однако её высокий уровень разливов и паводков в определённые периоды года создают риск наводнений,

что делает использование геоинформационных технологий для прогнозирования и управления этими рисками особенно актуальным.

1.1.1. Определение цели разработки и целевой аудитории ИС

Разработка геоинформационной системы для расчета рисков наводнений на реке Кубань представляет собой важный проект, который направлен на повышение уровня готовности региона к стихийным бедствиям. Целью является создание удобного онлайн-сервиса, который обеспечит анализ потенциальных угроз затопления, позволит минимизировать ущерб для населения и инфраструктуры.

В рамках проекта планируется разработка платформы, которая будет включать в себя средства визуализации и инструменты анализа данных. Особое внимание будет уделено интеграции с существующими структурами (специалисты, власти и жители) для оперативного обмена информацией о проблемах. Система должна предоставлять доступ к актуальной информации в режиме реального времени.

Чтобы определить ключевые функции и возможности системы, необходимо сначала понять, кто будет ее использовать и какие задачи она должна решать. Для этого важно четко обозначить целевую аудиторию, которая представлена на рисунке 1.

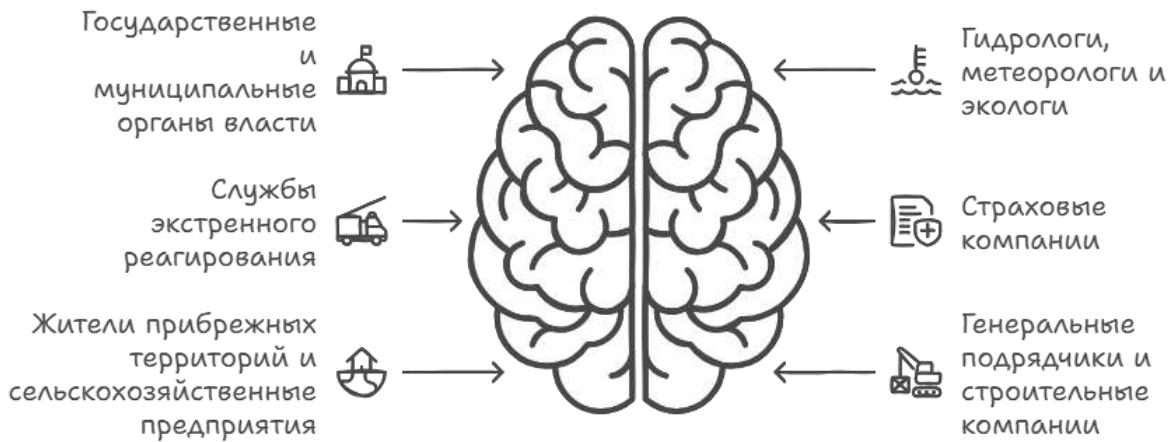


Рисунок 1 - Целевая аудитория

Целевой аудиторией системы являются это люди, которые глубоко вовлечены в вопросы экологии и безопасности. Они следят за изменениями в природной среде и принимают важные решения. Как пишет источник: «Достоверная и оперативная информация — ключевой фактор успешного управления рисками и принятием эффективных решений в условиях чрезвычайных ситуаций» [2].

1.1.2. Обоснование необходимости разработки

Разработка геоинформационной системы для оценки риска наводнений на Кубани представляет собой ключевую меру по снижению последствий природных бедствий. Из-за изменений климата, обильных дождей и особенностей местности, регион часто сталкивается с наводнениями. Применение современных технологий позволит точнее моделировать процессы, что позволит снизить ущерб и лучше подготовить население к возможным угрозам.

Чтобы лучше понять масштаб проблемы, ниже приведена таблица 1 с данными о происшествиях на реке Кубань.

Таблица 1 - Происшествия на реке Кубань

Год	Описание	Последствия
2012	«В ночь с 6 на 7 июля 2012 года в городе Крымске и его окрестностях произошло катастрофическое наводнение. За короткий период выпало 3–5 месячных норм осадков, что привело к резкому подъёму уровня воды в реке Адагум (левый приток Кубани)» [3].	«Погиб 171 человек, пострадали более 34 тысяч жителей, разрушено множество домов и инфраструктуры» [3].
2018	«В октябре 2018 года сильные ливни вызвали наводнение, затопившее около 30 населённых пунктов в Краснодарском крае» [4].	«Были разрушены мосты, нарушено транспортное сообщение» [4].
2021	«В начале июля 2021 года обильные дожди привели к наводнению в Краснодарском крае» [5].	«Погибло 11 человек, затоплены многие дома, особенно пострадал Туапсинский район» [5].

Эти события показывают, насколько важно разрабатывать надежные методы прогнозирования и предотвращения наводнений в этом регионе. Однако, несмотря на существующие решения, многие системы все еще не дают полного представления о рисках. Часто отсутствует оперативное обновление данных, наглядная визуализация зон затопления, интеграция с системами экстренного оповещения и возможность учитывать особенности местности.

Целью разработки информационной системы является создание единой цифровой платформы, обеспечивающей комплексный мониторинг и прогнозирование наводнений в бассейне реки Кубань. Система позволит получать и анализировать актуальные данные о гидрологической обстановке, что повысит эффективность оперативного реагирования экстренных служб.

Интеграция с метеорологическими и гидрологическими источниками данных обеспечит точность прогнозов, а доступность информации для населения повысит уровень осведомленности и готовности к возможным угрозам.

1.1.3. Анализ разрабатываемых решений

При проектировании геоинформационной системы важно четко определить её функциональные возможности. Для этого функционал системы был разделен на четыре категории: «необходимые», «желательные», «возможные» и «отсутствующие». Такой подход позволяет структурировать функционал, определить приоритеты разработки и сосредоточиться на наиболее важных аспектах проекта. В таблице 2 представлено распределение функционала разрабатываемой геоинформационной системы по указанным категориям.

Таблица 2 - Функционал разрабатываемой геоинформационной системы

Необходимые	Желательные	Возможные	Отсутствующие
Регистрация пользователей	Оповещение о регистрации на почту пользователя	Возможность регистрации через социальные сети	Вход без регистрации
Просмотр карт рисков наводнений	Возможность фильтрации данных по регионам	Интеграция с метеорологическими сервисами	Автоматическое прогнозирование всех зон затопления
Оповещения о критической ситуации	Система уведомлений о	Возможность выбора формы уведомлений	Уведомление о событиях, не связанных с

Необходимые	Желательные	Возможные	Отсутствующие
	возможных угрозах		риском наводнений
Просмотр прогноза наводнений по датам	Исторические данные о наводнениях	Графики изменений уровня воды по времени	Определение уровня риска по экологическим факторам
Интерактивная карта рисков	Возможность накладывать слои данных	Добавление объектов инфраструктуры на карту	Необходимость загрузки карт в оффлайн-режиме
Инструменты для анализа данных	Рекомендации по действиям при риске наводнения	Анализ рисков по разным сценариям изменения климата	Полная автоматизация прогнозирования
Возможность получения отчетов	Система по сохранению отчетов и данных	Экспорт данных в разные форматы	Полная анонимность пользователей при запросах данных
Информация о защите территории и эвакуации	Возможность добавления местных рекомендаций	Визуализация зон для эвакуации на карте	Отсутствие инструмента для моделирования эвакуации

Таким образом, система будет обеспечивать оперативную и точную информацию о рисках наводнений на Кубани, предоставляя возможности для анализа, прогнозирования и предотвращения последствий бедствий.

1.1.4. Анализ аналогов и доступных решений на рынке

Для выявления ключевых закономерностей и возможных направлений модернизации был проведен детальный разбор уже существующих геоинформационных систем, которые предназначены для оценки рисков наводнений. Рассмотренные геоинформационные системы КосКом, FloodAlert, FloodRisk, FloodWatch и RiverFlow.

В результате удалось определить их сильные и слабые стороны, что дало возможность спроектировать более точную и эффективную платформу для мониторинга гидрологической обстановки на Кубани. Полученные выводы легли в основу формирования системы, которая будет предоставлять пользователям актуальные прогнозные данные.

В таблице 3 представлен сравнительный анализ аналогичных геоинформационных систем, что позволяет объективно оценить их функциональные возможности и выявить области для улучшения.

Таблица 3 - Сравнительный анализ аналогов ИС

Функционал	КосКом	FloodRisk	FloodWatch	RiverFlow
Интуитивно понятный интерфейс	-	+	+	+
Регистрация/Авторизация	-	-	+	-
Прогнозирование наводнений	+	+	+	+
Отображение зон риска	+	+	+	-
Исторические данные о наводнениях	-	+	+	+
Моделирование сценариев изменения климата	-	-	+	-
Интерактивная карта рисков	+	+	+	+

Функционал	KocKom	FloodRisk	FloodWatch	RiverFlow
Система уведомлений	-	-	+	+
Анализ рисков по различным сценариям	-	-	+	+
Интеграция с метеорологическими данными	-	+	-	-
Поддержка мобильных устройств	-	+	+	+

Проведённый анализ показал, что самая функциональная из существующих систем — FloodWatch, однако и она не охватывает всех нужд пользователей. В ней не хватает комплексного подхода: некоторые важные функции реализованы частично или вовсе отсутствуют.

Разрабатываемый мной проект учитывает эти недостатки. Он объединяет сильные стороны других систем и дополняет их — удобным интерфейсом, возможностью анализа рисков по различным сценариям, интеграцией с метеоданными.

Главное отличие моего проекта — ориентация не только на специалистов, но и на обычных пользователей, которым важно быстро и понятно получить информацию о рисках.

1.1.5. Выделение необходимого функционала

В этом разделе описываются основные функциональные возможности для ключевых ролей пользователей в ГИС–системе оценки рисков наводнений на Кубани - «Эксперт» и «Пользователь». В нем наглядно демонстрируются возможности платформы и их влияние на удобство работы пользователей, эффективность и внедрение.

Эксперт - это специалист, который наделен полномочиями по проведению углублённого анализа, моделированию сценариев наводнений и формированию профессиональных заключений. Ключевые функциональные возможности аналитика:

- Авторизация;
- Работа с моделирующими модулями;
- Взаимодействие со слоями карты;
- Настройка прогностических параметров и создание сценариев развития паводковой ситуации;
- Формирование экспертных заключений.

Пользователь системы – это гражданин, который заинтересован в получении актуальной информации о рисках наводнений. Функциональность платформы направлена на получение предупреждений и рекомендаций по действиям в случае угрозы наводнения. Основные функциональные возможности:

- Регистрация и авторизация;
- Просмотр интерактивной карты угроз;
- Получение предупреждений и уведомлений о потенциальной угрозе;
- Просмотр статистики по предыдущим наводнениям и актуальным прогнозам;
- Доступ к инструкциям по алгоритмам действий в случае угрозы.

Определение функционала позволяет четко выстроить архитектуру системы. Благодаря этому система становится удобной, надежной.

1.1.6. Определение нефункциональных требований

Источники дают такое понятие: «Нефункциональные требования описывают, как должен работать программный продукт и какими свойствами или характеристиками обладать, чтобы доставить ту ценность, которую несёт система, с учетом условий ее существования. Такие требования вносят вклад в инфраструктуру, а не в поведение системы» [6]. Проще говоря, нефункциональные требования — это про то, каким должен быть продукт, чтобы он был удобным, надёжным и эффективным.

В данном разделе представлены основные нефункциональные требования, которые необходимо учесть при разработке системы. Основные из них включают:

- Система должна обрабатывать запросы на расчет рисков в течение 1-2 секунд;
- Интеграция с внешними источниками данных о погодных условиях;
- Масштабируемость системы;
- Регулярное обновление алгоритмов;
- Защита персональных и пространственных данных с применением шифрования;
- Автоматическое резервное копирование;
- Доступность системы 24/7 с возможностью быстрого восстановления после сбоев.

Четкая формулировка нефункциональных требований позволяет создать стабильную и удобную платформу. Нельзя не согласиться с источником: «Нефункциональные требования, такие как надёжность, удобство использования и производительность, играют ключевую роль в обеспечении стабильности и

эффективности системы, что позволяет удовлетворять потребности пользователей и поддерживать качество программного продукта» [7].

1.2. Анализ среды и выбор методов решения задач

На начальном этапе разработки геоинформационной системы для оценки рисков наводнений в бассейне реки Кубань ключевым вызовом становится неопределенность условий и итогов проекта. Источник пишет: «На начальных этапах разработки систем управления рисками природных катастроф ключевым является создание концептуальной модели, которая позволяет определить основные параметры, алгоритмы и уровни детализации. Важна также возможность адаптации модели в процессе эксплуатации для повышения точности прогнозов и оперативности реагирования» [8]. Цитата подчёркивает важнейшую роль концептуального моделирования на ранних стадиях разработки систем управления рисками природных катастроф. Формирование такой модели служит отправной точкой для построения всей архитектуры будущей системы.

Не менее важным является правильное выполнение задачи и возможность корректировки модели во время работы. Все эти элементы в совокупности определяют оптимальное решение, которое позволяет своевременно прогнозировать паводковые воды, минимизировать ущерб и повысить безопасность жителей реки Кубань.

1.2.1. SWOT-анализ

Одним из ключевых инструментов стратегического планирования при разработке геоинформационной системы для расчета риска наводнений на

Кубани является SWOT-анализ. Мурзина, Н. А. отмечает: «Метод SWOT – анализа – метод стратегического планирования, суть которого заключается в выявлении факторов внутренней и внешней среды, организации и разделении их на четыре категории: сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы. Сильные и слабые стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа. Возможности и угрозы – факторы внешней среды» [9]. Полностью согласен с данным определением, так как SWOT-анализ позволяет систематизировать ключевые факторы, влияющие на развитие организации или проекта, и определить оптимальные стратегии. Этот метод особенно полезен при разработке сложных систем, так как помогает учитывать как внутренние ресурсы и ограничения, так и внешние риски и перспективы.

В таблице 4 представлен SWOT-анализ разрабатываемой геоинформационной системы.

Таблица 4 - SWOT-анализ

SWOT-анализ разрабатываемой системы	
S	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая точность прогнозирования наводнений 2. Интерактивная визуализация зон риска 3. Автоматизация анализа гидрологических данных 4. Возможность оперативного оповещения населения 5. Масштабируемость и возможность расширения функционала
W	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокие требования к качеству и объему входных данных 2. Необходимость интеграции с разными источниками данных 3. Ограниченная доступность в удаленных районах

	SWOT-анализ разрабатываемой системы
	<p>4. Требования к обучению пользователей для корректной интерпретации данных</p> <p>5. Возможные технические сбои и задержки в обработке данных</p>
O	<p>1. Интеграция с национальными и международными системами мониторинга</p> <p>2. Развитие мобильного приложения для доступа к информации в реальном времени</p> <p>3. Использование технологий искусственного интеллекта для повышения точности анализа</p> <p>4. Коллaborации с метеорологическими и гидрологическими службами</p> <p>5. Возможность интеграции с системами экстренного реагирования</p>
T	<p>1. Вероятность ошибок в прогнозах при недостаточности данных</p> <p>2. Высокие затраты на обновление и поддержку системы</p> <p>3. Низкая информированность населения о необходимости использования системы</p> <p>4. Вероятность кибератак и утечки данных</p>

По результатам проведенного анализа определены этапы разработки, представленные в разделе 1.2.2.

1.2.2. Определение этапов, сроков и стоимости разработки

При разработке стратегии особенно важно учитывать комплексный характер этого процесса. Как отмечает Фред Р. Дэвид: «Разработка стратегии представляет собой комплексный процесс, включающий сбор, анализ и обработку данных, а также принятие оптимальных решений для создания устойчивых и надёжных систем, способных эффективно реагировать на изменяющиеся условия» [10]. Данная цитата подчёркивает важность системного подхода к разработке стратегии, что особенно актуально при создании сложных информационных систем, таких как геоинформационные системы для мониторинга и прогнозирования рисков наводнений.

Для успешной реализации проекта был составлен детализированный план, включающий ключевые этапы, описание, ориентировочную длительность и ориентировочную стоимость. (Таблица 5)

Таблица 5 - Этапы разработки

Наименование	Описание	Ориентировочная длительность	Ориентировочная стоимость
Анализ требований и планирование	Исследование проблематики наводнений; Изучение существующих подходов к прогнозированию; Формулирование требований к системе.	1 месяц	150 000 руб.

Наименование	Описание	Ориентировочная длительность	Ориентировочная стоимость
Проектирование системы	Разработка логической структуры платформы; Разработка интерфейса пользователя.	3 месяца	150 000 руб.
Разработка базового функционала	Реализация основных модулей: регистрация пользователей, работа с картами.	4 месяца	200 000 руб.
Интеграция аналитических и прогнозных инструментов	Разработка моделей для расчета рисков; Визуализация зон рисков на карте; Настройка систем оповещений.	3 месяца	180 000 руб.
Разработка интерфейса для экстренных служб и пользователей	Внедрение обратной системы связи; Обеспечение взаимодействия с экстренными службами;	1 месяц	160 000 руб.

Наименование	Описание	Ориентировочная длительность	Ориентировочная стоимость
	Реализуются меры по защите данных.		
Тестирование системы	Нагрузочное тестирование; Проводятся пользовательские проверки; Устраняются выявленные ошибки.	2 месяца	170 000 руб.
Разработка документации	Подготовка инструкции для пользователей.	1 месяц	50 000 руб.
Внедрение системы и запуск	Размещение системы на сервере; Обучение персонала; Предоставление технической поддержки.	2 месяца	170 000 руб.

В результате выполнения всех этапов разработки, общая продолжительность проекта составит 17 месяцев. Более подробную оценку экономической эффективности можно изучить в разделе 3.2.

Для того чтобы лучше показать процесс планирования и разделение задач по этапам, я использую диаграмму Ганта. Как отмечается в источнике, «Диаграмма Ганта — это важный инструмент управления проектами. В них представлена визуальная хронология, позволяющая отслеживать задачи и контрольные точки на протяжении всего жизненного цикла проекта. Они дают представление о проекте и обеспечивают своевременное выполнение задач. Диаграммы Ганта помогают увидеть общую картину, выявить потенциальные узкие места и внести необходимые изменения, чтобы уложиться в сроки» [11]. Этот инструмент поможет эффективно управлять ресурсами и контролировать прогресс выполнения проекта. Этапы разработки представлены на рисунке 2.

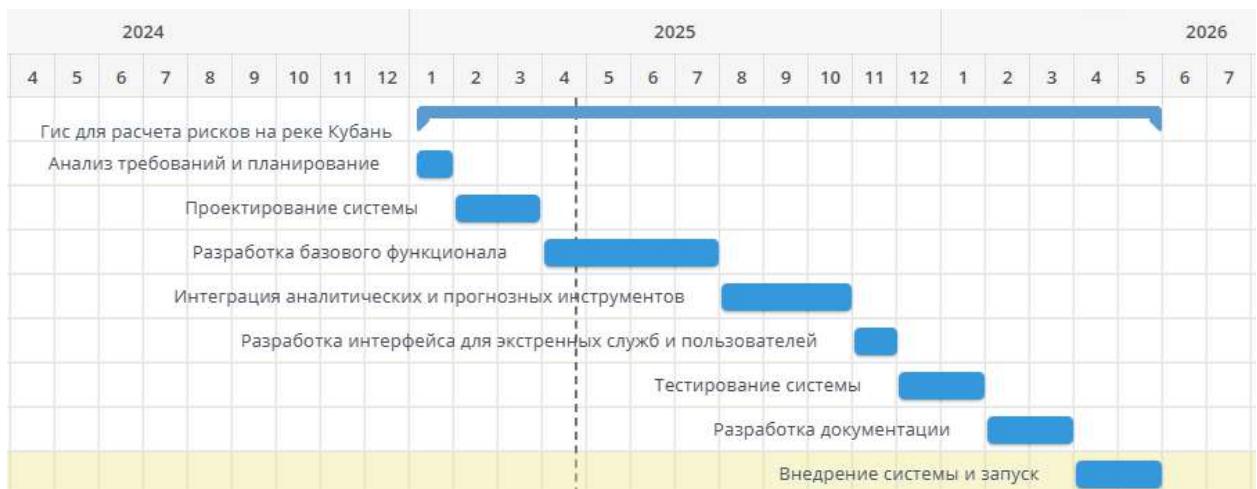


Рисунок 2 - Диаграмма Ганта

1.2.3. Используемые технологии при разработке

Практическая реализация геоинформационной системы начинается с этапа проектирования. В процессе проектирования были использованы следующие технологии:

- UML - для создания диаграмм базы данных, последовательности действий, вариантов использования, а также диаграмм развёртывания и компонентов.
- АвтоГантт - для построения диаграммы Ганта и управления всеми этапами жизненного цикла проекта.
- Excel - для написания сценариев вариантов использования.

После завершения этапа проектирования начинается разработка базового функционала, в рамках которого используются: Python, Django, PostgreSQL, PostGIS, JavaScript, ArcGIS, HTML5, CSS3, GeoDjango, MongoDB.

Тестирование системы будет проводиться с использованием следующих инструмента: Selenium.

Разработка пользовательской документации будет осуществляться с помощью Microsoft Word.

ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Проектирование информационных систем является важным этапом в создании цифровой среды. Чернышев К. Д. пишет: «Проектирование информационных систем – это процесс разработки технической документации, связанной с организационной системой получения и преобразования исходных данных в результаты» [12]. Другими словами, это значит, что проектирование помогает понять, как именно данные превращаются в полезные результаты и какие шаги для этого нужны.

2.1. Язык UML

Сегодня разработка программного обеспечения и визуальный дизайн сложных систем являются ключевыми инструментами, которые помогают разработчикам и клиентам буквально "говорить на одном языке". Для того чтобы все участники процесса, от программистов до бизнес-аналитиков, могли легко понимать друг друга, был создан специальный "визуальный язык" под названием UML. Источники дают такое определение, «Унифицированный язык моделирования (UML) был разработан с целью обеспечить единый визуальный язык с богатой семантикой и развернутым синтаксисом для проектирования и внедрения программных систем со сложной структурой и комплексным поведением. Стоит отметить, что UML применяется не только в разработке программ, но и в других сферах, например, в схематизации потоков производственных процессов» [13].

В контексте создания геоинформационной системы для расчета риска наводнений на Кубани UML позволяет разработчикам визуализировать структуру данных, процессы обработки информации и взаимодействие компонентов системы.

2.2. Диаграмма вариантов использования

При разработке информационной системы важно понимать, как пользователи взаимодействуют с системой. Для этого используются диаграммы вариантов использования. Как отмечается в источнике: «Диаграмма вариантов использования — это визуальное представление, используемое в программной инженерии для отображения взаимодействий между участниками системы и самой системой. Она отражает динамическое поведение системы, иллюстрируя ее сценарии использования и роли, которые с ними взаимодействуют» [14]. Полностью согласен с этим утверждением, так как диаграммы вариантов использования действительно помогают разработчикам и аналитикам четко представить логику работы системы, что облегчает ее проектирование и дальнейшую реализацию.

В процессе проектирования геоинформационной системы была создана диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 3.

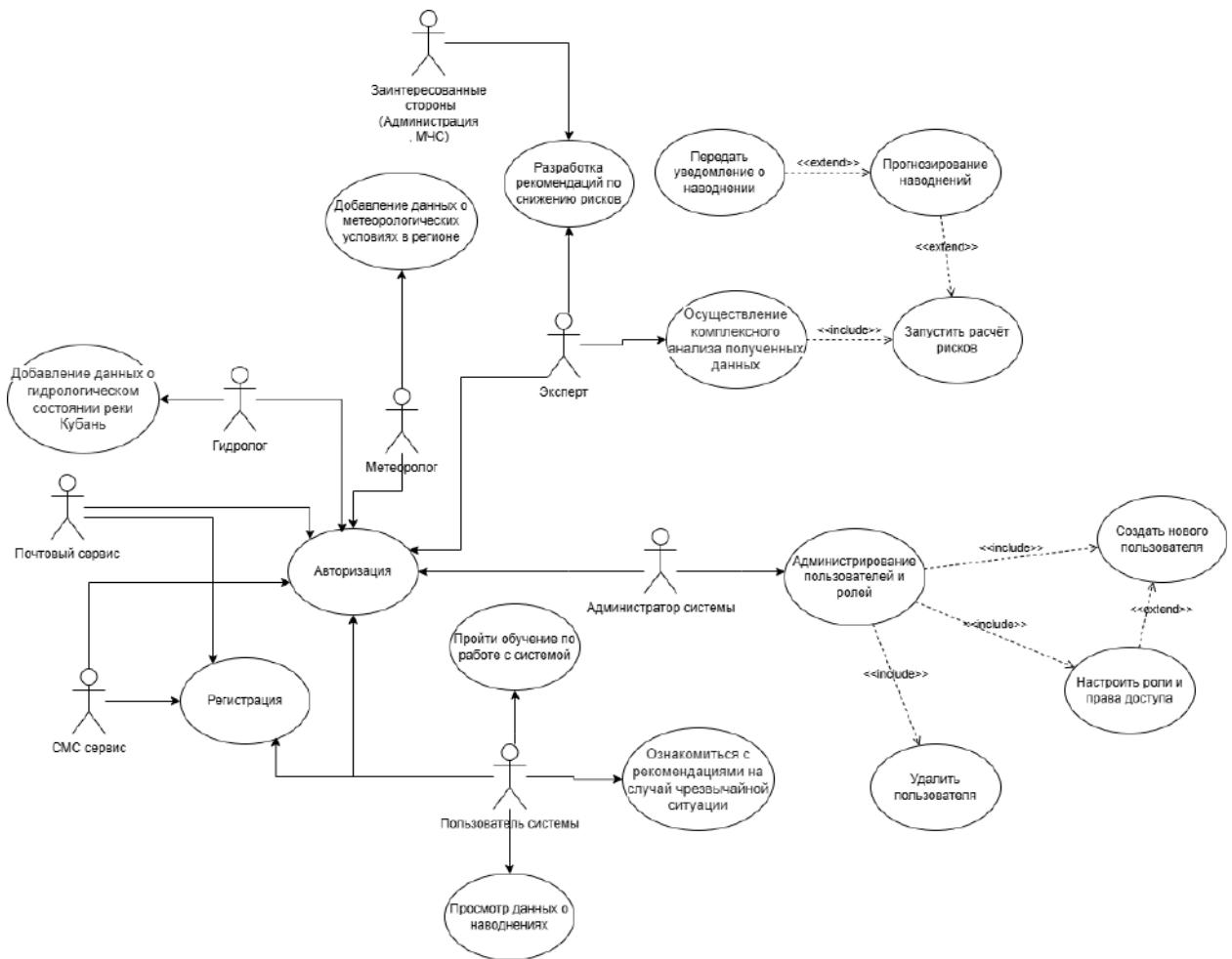


Рисунок 3 - Диаграмма вариантов использования

Таблица 6 содержит описание представленных вариантов использования.

Таблица 6 - Варианты использования системы

Вариант использования	Описание
Авторизация	Ввод учетных данных для безопасного доступа к системе.
Регистрация	Создание нового аккаунта.
Просмотр информации о наводнениях	Доступ к актуальным данным.
Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации	Получение инструкций и рекомендаций по предотвращению последствий наводнений, мерам безопасности и алгоритмам эвакуации.

Вариант использования	Описание
Пройти обучение по работе с системой	Интерактивные руководства и обучающие материалы.
Администрирование пользователей и ролей	Управление учетными записями, настройка прав доступа и распределение ролей между участниками системы.
Создать нового пользователя	Добавление учетной записи с назначением роли и определением уровня доступа.
Настроить роли и права доступа	Конфигурирование безопасности системы путем определения полномочий пользователей в соответствии с их функциями.
Удалить пользователя	Удаление учетной записи в случае изменения статуса сотрудника или необходимости ограничения доступа.
Осуществление комплексного анализа полученных данных	Обработка метеорологических и гидрологических данных для выявления закономерностей и оценки вероятности наводнений.
Запустить расчёт рисков	Активация алгоритмов, моделирующих возможные сценарии наводнений с учетом параметров.
Прогнозирование наводнений	Использование математических моделей и машинного обучения для предсказания вероятности, масштаба и зон затопления.
Передать уведомление о наводнении	Автоматическая рассылка предупреждений пользователям, муниципальным службам и экстренным организациям при критических изменениях уровня воды.

Вариант использования	Описание
Разработка рекомендаций по снижению рисков	Разработка стратегий и мер для минимизации последствий наводнений.
Добавление данных о метеорологических условиях в регионе	Внесение и обновление сведений о погодных условиях, которые влияют на гидрологическую ситуацию.
Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань	Добавлении информации о параметрах реки для повышения точности прогнозов.

2.3. Сценарии вариантов использования

Сценарии использования играют важную роль при проектировании систем, поскольку помогают четко определить, как система будет взаимодействовать с пользователями и внешними объектами. Как отмечается в статье, «сценарий использования описывает, «кто» и «что» может сделать с рассматриваемой системой, или что система может сделать с «кем» или «чем». Методика сценариев использования применяется для выявления требований к поведению системы, известных также как пользовательские и функциональные требования» [15].

Для проектируемой геоинформационной системы разработаны сценарии вариантов использования «Передать уведомление о наводнении» и «Просмотр информации о наводнениях», которые представлены на рисунках 4-8. Остальные сценарии вариантов использования приведены в приложении (см. Приложение А, рисунки А.1-А.38).

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Передать уведомление о наводнении»	
Вариант использования	Передать уведомление о наводнении
Актеры	Эксперт
Краткое описание	Позволяет эксперту передать информацию о наводнении
Цель	Оповестить заинтересованные стороны о наводнении для обеспечения своевременного реагирования, эвакуации и снижения рисков
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяет «Прогнозирование наводнений»

Рисунок 4 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Передать уведомление о наводнении»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Передать уведомление о наводнении»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Эксперт получает информацию о наводнении	
2. Нажимает кнопку «Поделиться»	
3. Эксперт выбирает шаблон уведомления	
	4. Система отправляет уведомление через выбранные каналы связи всем зарегистрированным пользователям, а так же в экстренные службы
	5. Система отображает статус отправки «Уведомление отправлено».

Рисунок 5 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Передать уведомление о наводнении»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»	
Вариант использования	Просмотр информации о наводнениях
Актеры	Пользователь системы
Краткое описание	Просмотр данных о рисках наводнений в регионе
Цель	Получить доступ к актуальным данным о рисках наводнений в регионе
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок 6 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Пользователь выбирает вкладку «Информация о наводнениях»	2. Система запрашивает у базы данных информацию о наводнениях
	3. Система получает данные о наводнениях
	4. Система отображает полученные данные в виде таблицы и на интерактивной карте
5. Пользователь просматривает полученную информацию	
Исключение 1. Пользователь хочет посмотреть информацию о каждом случае наводнения, кликнув на соответствующий элемент на карте или в таблице	

Рисунок 7 - Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Пользователь хочет посмотреть подробную информацию о каком-либо случае наводнения
6. Пользователь нажимает кнопку «Подробнее» на заинтересовавший элемент	
	7. Система запрашивает данные о выбранном случае у БД и отображает пользователю
8. Пользователь просматривает информацию	

Рисунок 8 - Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Просмотр информации о наводнениях»

2.4. Диаграмма последовательностей

В процессе проектирования геоинформационных систем важную роль играют инструменты визуализации, которые позволяют наглядно представить взаимодействие между компонентами системы. Одним из таких инструментов являются диаграммы последовательности, которые детализируют ход выполнения операций и их порядок. Как утверждается в одном из источников, «Диаграммы последовательностей UML — это диаграммы взаимодействия, в которых подробно описывается, как выполняются операции. Они фиксируют взаимодействие между объектами в контексте сотрудничества. Диаграммы

последовательности ориентированы на время и визуально показывают порядок взаимодействия, используя вертикальную ось диаграммы для представления времени, когда и какие сообщения отправляются» [16]. Данная цитата чётко раскрывает суть диаграмм последовательностей UML, подчёркивает их ключевую роль в моделировании взаимодействий между объектами во времени.

Для проектируемой системы были разработаны диаграммы последовательности, представленные на рисунках 9-10 для сценариев «Передать уведомление о наводнении» и «Просмотр информации о наводнениях». Все остальные диаграммы последовательностей можно найти в приложении (Приложение Б.1–Б.14).

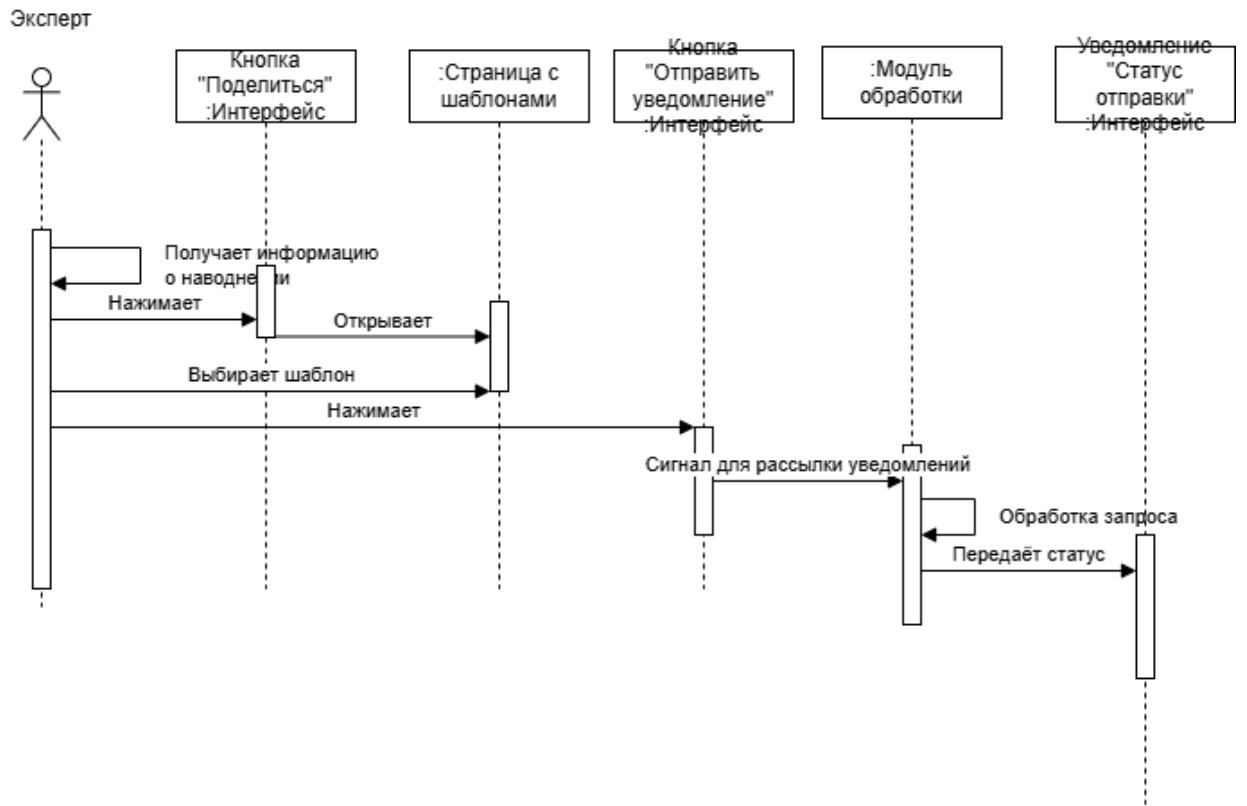


Рисунок 9 - Диаграмма последовательности «Передать уведомление о наводнении»

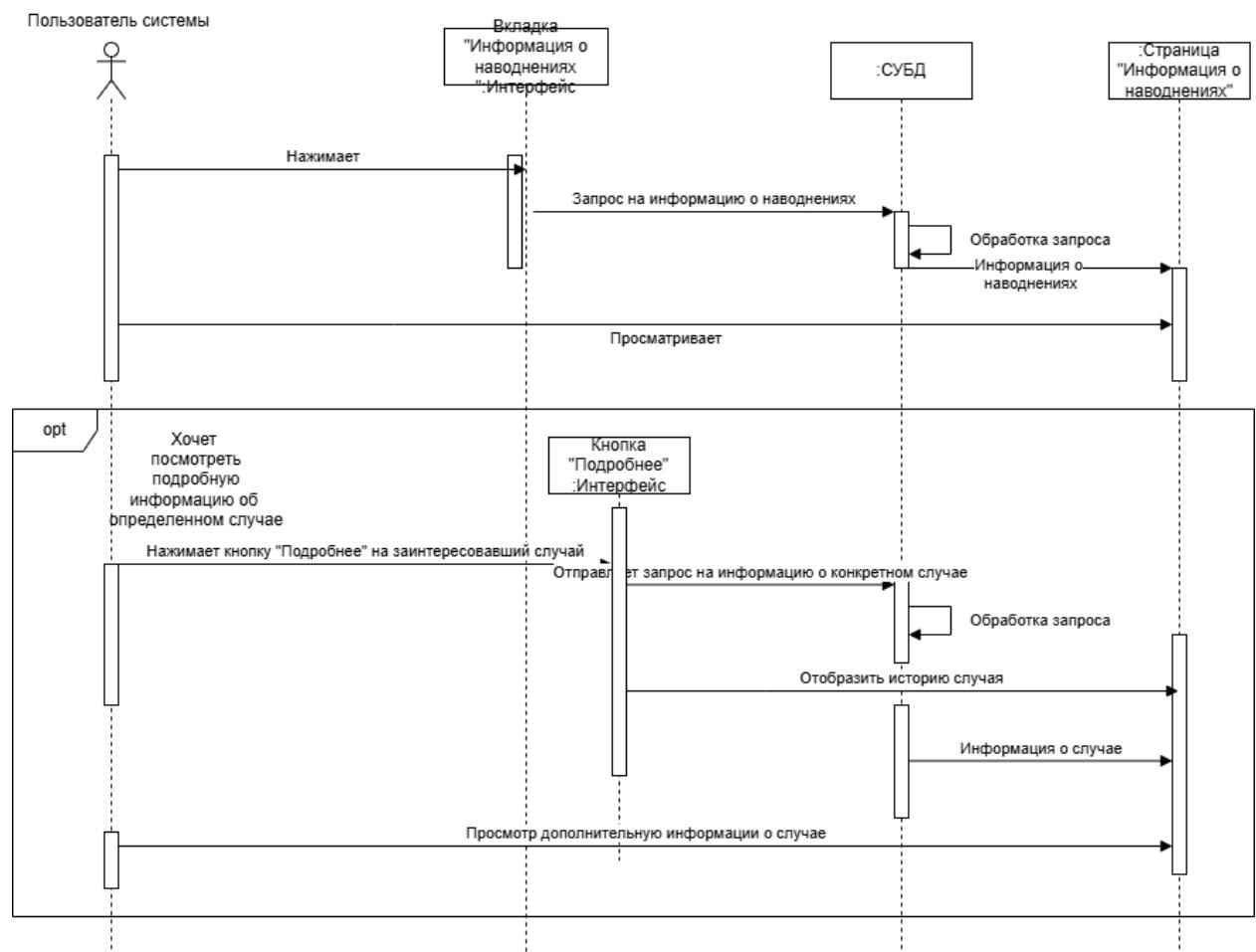


Рисунок 10 - Диаграмма последовательности «Просмотр информации о наводнениях»

2.5. Проектирование базы данных

В современных информационных системах данные играют ключевую роль. Для этого используются базы данных, которые позволяют организованно структурировать информацию, а также обеспечить удобный доступ. Как отмечается в источнике: «База данных — это организованный набор данных,

который хранится в каком-то определенном месте и которым можно управлять. Это инструмент для обеспечения легкого доступа к данным, их изменения и анализа» [17]. В ходе проектирования были выявлены основные данные, которые необходимы для функционирования системы. На основе этих данных была разработана схема базы данных, представленная на рисунке 11.

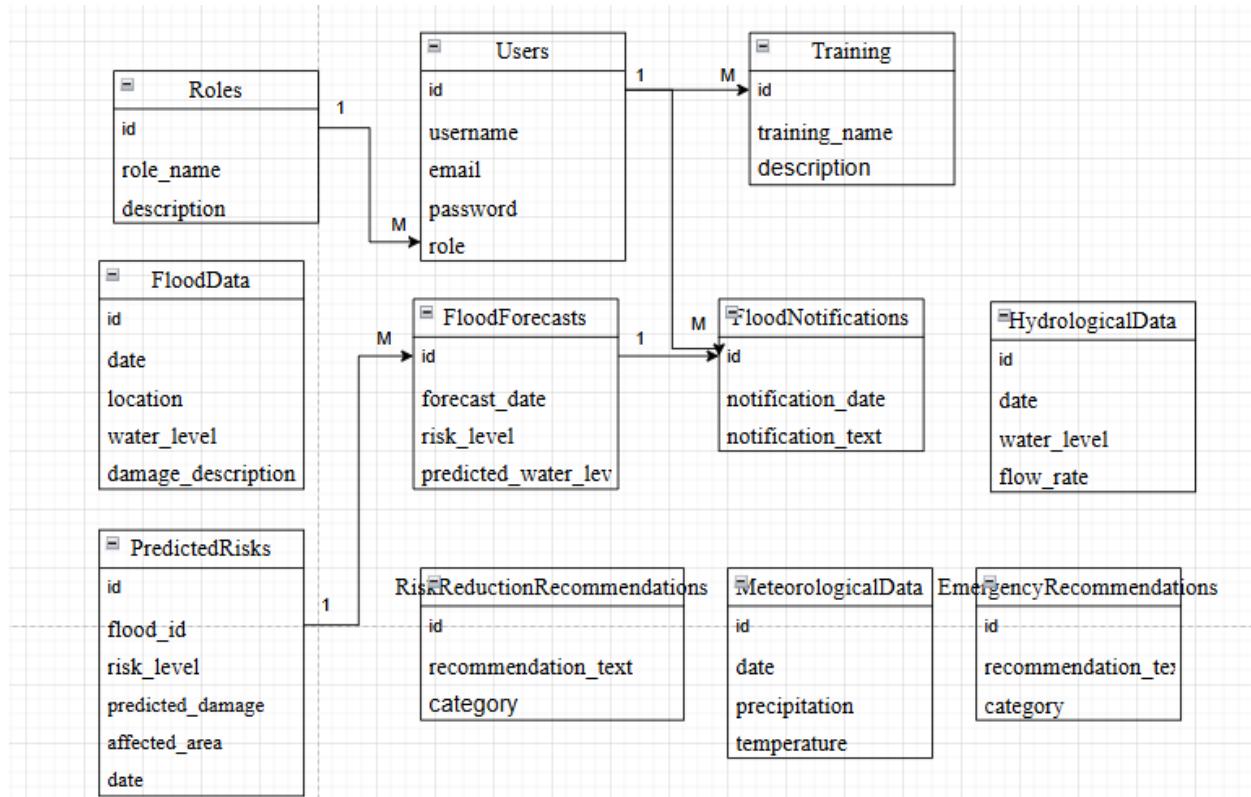


Рисунок 11 - База данных

В проектируемой системе база данных организована в виде взаимосвязанных таблиц, каждая из которых выполняет определённую функцию:

Таблица «Users» содержит информацию о зарегистрированных пользователях.

Таблица «Roles» определяет уровень доступа и набор функций, доступных пользователям в зависимости от их роли.

Таблица «FloodData» хранит архивные данные о зафиксированных наводнениях.

Таблица «FloodForecasts» используется для хранения прогнозных моделей и результатов расчётов вероятности наводнений.

Таблица «FloodNotifications» отвечает за управление системой оповещений.

Таблица «HydrologicalData» аккумулирует данные о водоёмах, включая уровень воды, скорость течения и другие ключевые гидрологические параметры.

Таблица «MeteorologicalData» содержит сведения о текущих и прогнозируемых погодных условиях.

Таблица «PredictedRisk» фиксирует результаты аналитических расчетов по определению степени риска наводнений.

Таблица «EmergencyRecommendations» представляет собой набор рекомендаций для населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации

Таблица «Training» включает обучающие ресурсы, направленные на повышение осведомлённости граждан о работе системы

Таблица «RiskReductionRecommendations» содержит стратегические и профилактические рекомендации по снижению вероятности наводнений и минимизации их последствий.

2.6. Диаграмма компонентов

При разработке геоинформационных систем важно использовать инструменты, которые помогают наглядно представить их структуру и организацию. Одним из таких инструментов является диаграмма компонентов.

В научных источниках дается следующее определение: «Диаграмма компонентов — статическая структурная диаграмма, показывает разбиение программной системы на структурные компоненты и связи (зависимости) между компонентами. В качестве физических компонентов могут выступать файлы, библиотеки, модули, исполняемые файлы, пакеты и т. п» [18]. Данное определение точно отражает суть диаграммы компонентов, поскольку она помогает наглядно представить, из каких частей состоит система и как они взаимодействуют друг с другом. Использование такой диаграммы позволяет упростить процесс разработки, улучшить понимание архитектуры и обеспечить более эффективное управление зависимостями между модулями. На рисунке 12 показана диаграмма компонентов проектируемой системы, отражающая её ключевые модули и их взаимодействие.

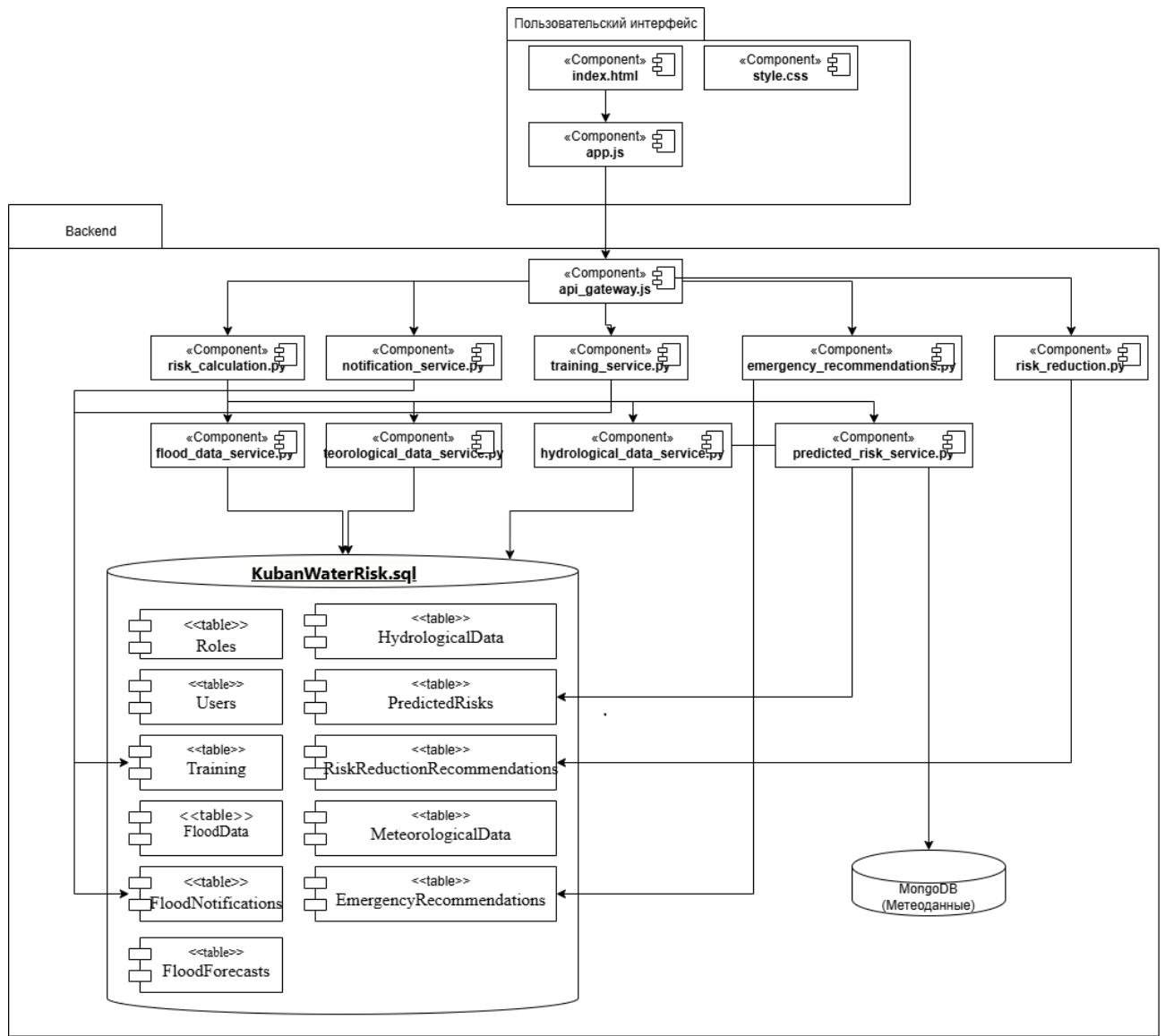


Рисунок 12 - Диаграмма компонентов

Описание файлов и их назначения в системе

Клиентская часть (Frontend):

«index.html» - главная веб-страница, с которой взаимодействует пользователь. Она содержит базовую структуру интерфейса.

«app.js» - основной скрипт фронтенда, который отправляет запросы к серверу, получает данные и обновляет интерфейс.

«styles.css» - файл стилей для оформления веб-интерфейса.

Серверная часть (Backend):

«api_gateway.js» - центральный компонент, принимающий запросы от клиента, распределяющий их между сервисами и возвращающий данные.

«risk_calculation.py» - сервис расчета рисков, анализирующий метеорологические и гидрологические данные и определяющий уровень риска.

«notification_service.py» - отвечает за уведомления пользователей о рисках на основе прогноза.

«training_service.py» - управляет обучающим контентом для пользователей, помогая им лучше понимать угрозы.

«emergency_recommendations.py» - генерирует рекомендации по действиям в чрезвычайных ситуациях.

«risk_reduction.py» - предлагает стратегии для снижения риска затоплений.

«flood_data_service.py» - отвечает за обработку и хранение информации о наводнениях.

«meteorological_data_service.py» - обрабатывает метеоданные.

«hydrological_data_service.py» - анализирует гидрологические данные.

«predicted_risk_service.py» - рассчитывает вероятные риски затоплений на основе анализа данных.

2.7. Диаграмма развёртывания

Одним из ключевых инструментов, который позволяет наглядно представить, каким образом взаимодействуют различные элементы системы на уровне аппаратного и программного обеспечения, является диаграмма развертывания. Как пишут в источнике, «Диаграмма развертывания – это тип

UML-диаграммы, которая показывает архитектуру исполнения системы, включая такие узлы, как аппаратные или программные среды исполнения, а также промежуточное программное обеспечение, соединяющее их» [19]. На мой взгляд, такой вид диаграмм особенно полезен при разработке сложных систем, поскольку он помогает четко понимать, какие компоненты, где расположены и как они взаимодействуют друг с другом.

При проектировании геоинформационной системы прогнозирования рисков наводнений на реке Кубань была разработана диаграмма развертывания (Рисунок 13).

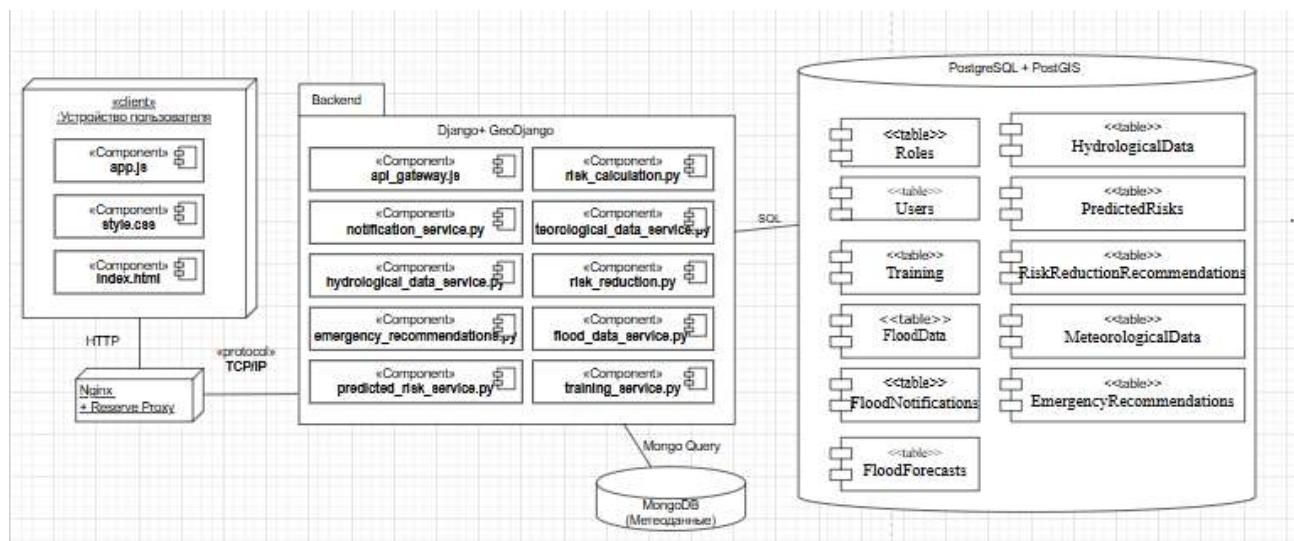


Рисунок 13 - Диаграмма развертывания

Вход в систему осуществляется через браузер, где пользователю доступен интерфейс, разработанный на веб-технологиях. Весь входящий трафик сначала обрабатывается сервером Nginx, который выполняет роль обратного прокси и направляет запросы к серверной части.

Серверная логика реализована на платформе Django с применением GeoDjango. Этот модуль не только обеспечивает обработку запросов, но и взаимодействует с двумя типами хранилищ данных. Реляционная база PostgreSQL, дополненная PostGIS, используется для хранения пространственной информации и гидрологических показателей. Метеорологические данные

сохраняются в системе MongoDB. Обмен данными между всеми узлами системы организован по унифицированным протоколам, что обеспечивает надёжную и эффективную работу платформы в задачах мониторинга природной среды.

2.8. Схема бизнес-процессов

Схема бизнес-процессов играет ключевую роль в понимании и управлении основными операциями системы. В своей работе я буду использовать DFD-диаграмму (диаграмму потоков данных), которая, как отмечается в источниках, представляет из себя «графическое представление потока данных в информационной системе. С его помощью можно описывать входящие и выходящие потоки данных и хранилища этих данных» [20].

На нулевом уровне диаграммы (Рисунок 14) представлены внешние сущности, взаимодействующие с системой, такие как метеорологические станции, гидрологические станции, эксперты по гидрологии и метеорологии и пользователи системы. Диаграмма отражает основные потоки данных между этими сущностями и системой.

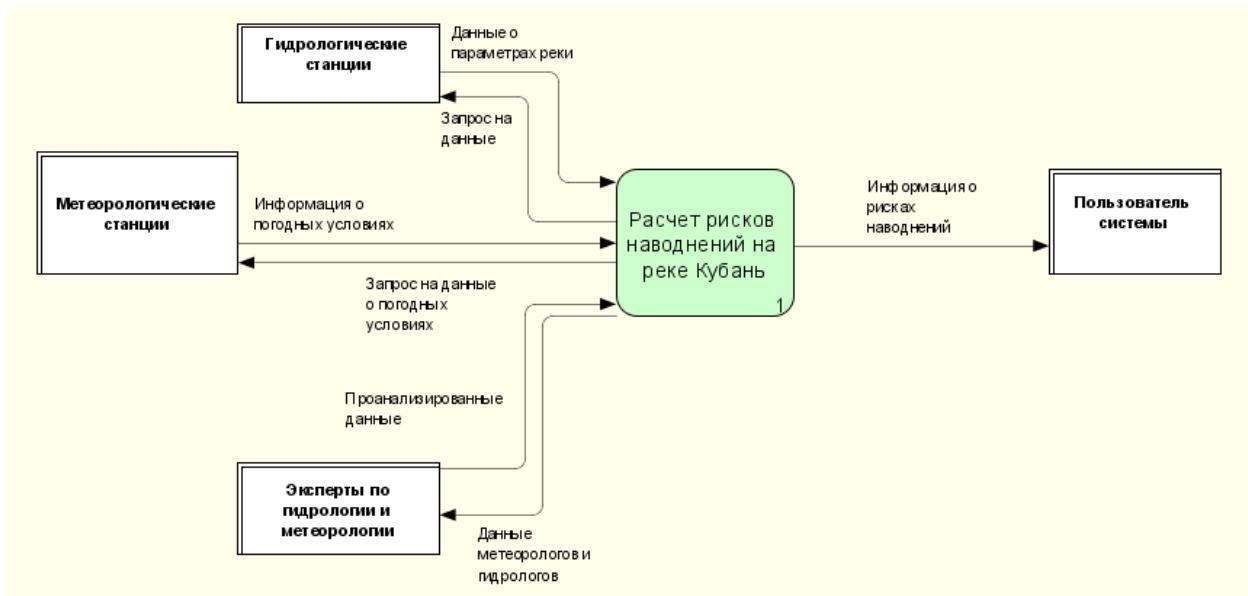


Рисунок 14 - Нулевой уровень схемы DFD

На первом уровне диаграммы (Рисунок 15) представлены процессы, выполняемые системой, а также база данных, для хранения информации.

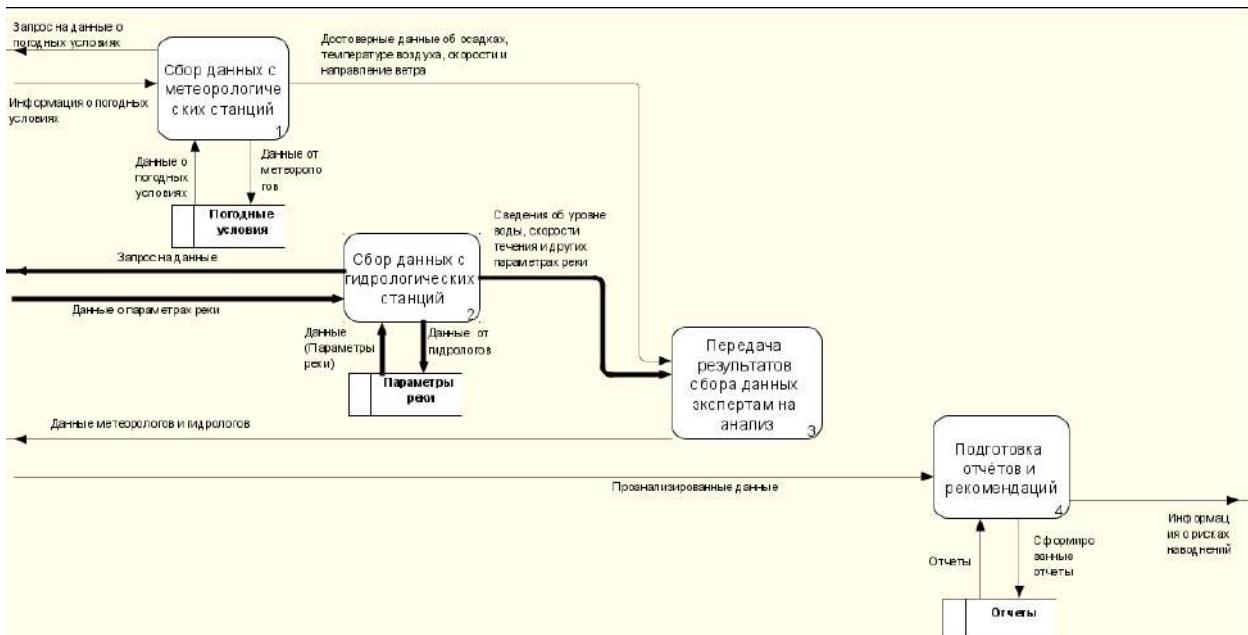


Рисунок 15 - Первый уровень DFD

В заключение можно отметить, что схема бизнес-процессов является важным инструментом для визуализации, анализа и оптимизации операций внутри организации. Как отмечает Марат Киямов: «С помощью схем бизнес-процессов компания визуализирует большую часть проблем, что позволяет

наглядно увидеть узкие места, понять причины их возникновения и найти простые решения для их устранения, что в итоге повышает эффективность работы организации» [21]. Таким образом, позиция автора подтверждает, что системное описание и оптимизация бизнес-процессов являются фундаментом успешного развития системы.

Для более детального рассмотрения бизнес-процессов, декомпозиции основных процессов представлены в приложение В.1-В.4.

2.9. Макет приложения

При проектировании цифровых продуктов особое внимание уделяется созданию макетов, которые позволяют визуализировать структуру интерфейса. Как отмечает Е. В. Иванова: «Макеты играют важнейшую роль на этапе проектирования цифровых продуктов, поскольку они позволяют визуализировать структуру пользовательского интерфейса и основные функциональные элементы без отвлечения на детали дизайна. Это помогает команде разработки и заинтересованным сторонам понять логику взаимодействия пользователя с системой, выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях и согласовать требования. Кроме того, макеты служат основой для дальнейшей разработки прототипов и окончательного дизайна, обеспечивая баланс между удобством использования и техническими возможностями.» [22]. Цитата Е. В. Ивановой всесторонне раскрывает роль макетов в процессе проектирования цифровых продуктов, подчёркивает их значимость для визуализации структуры интерфейса.

Для системы были разработаны макеты, изображенные на рисунках 16-18.

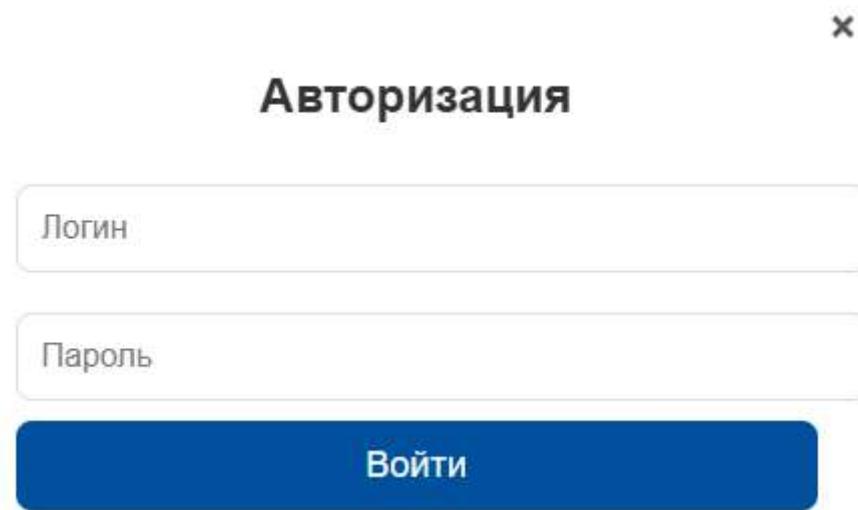


Рисунок 16 - Макет «Авторизация»

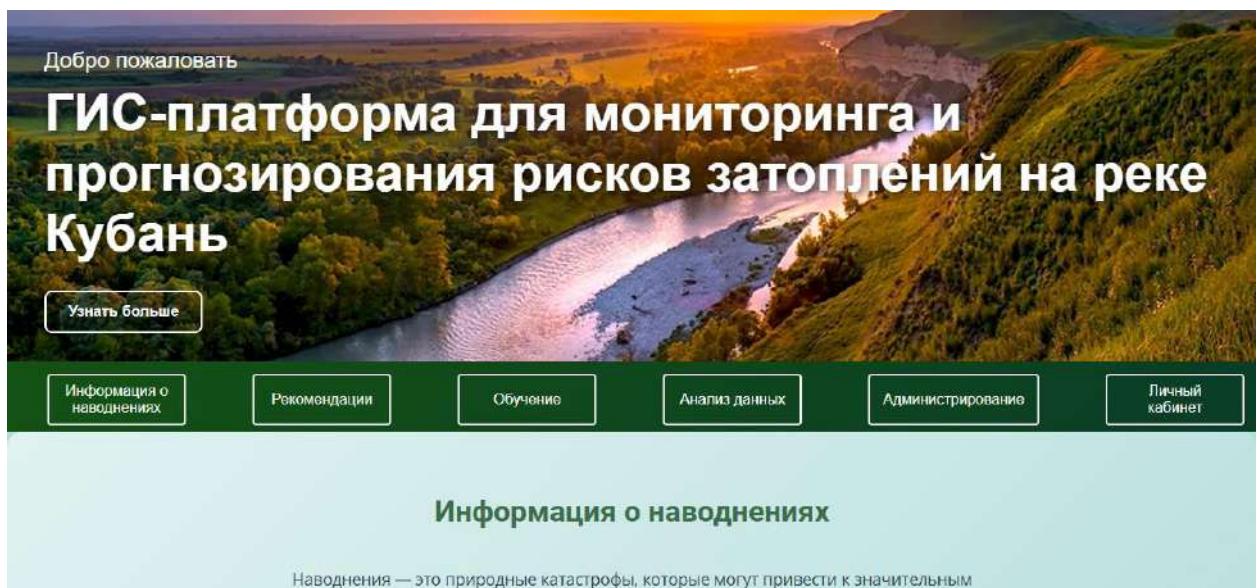


Рисунок 17 - Макет «Главная страница», шапка

Остальные макеты можно найти в Приложении Г (Рисунок Г.1-Г.3).

ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

3.1. Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности проекта

В условиях ограниченного финансирования каждое управленческое решение должно быть взвешенным и обоснованным. Особенно когда речь идет о проектах, от которых зависят жизни людей и сохранность инфраструктуры. Разработка геоинформационной системы для прогнозирования рисков наводнений на реке Кубань - именно такой случай.

Это не просто высокотехнологичный инструмент, а реальный способ минимизировать ущерб от стихии: защитить население, предотвратить разрушения и оптимизировать расходы на ликвидацию последствий. Но, прежде чем внедрять систему, нужно понять, оправдывает ли она вложения.

Среди множества подходов наиболее надёжным и широко применяемым является метод чистого дисконтированного дохода (NPV). Источники дают определение: «NPV (чистая приведенная стоимость) — это метод, который позволяет вычислить ожидаемую доходность с учетом изменения ценности денежных потоков (дисконтирования)» [23].

3.2. Расчет фактических затрат на реализацию

Для успешной реализации проекта по разработке геоинформационной системы расчета рисков на реке Кубань важно учесть не только технические аспекты, но и все финансовые затраты. Ниже представлены подробные расчеты,

отражающие ключевые статьи расходов: зарплаты сотрудников, траты на электроэнергию, амортизацию оборудования, программное обеспечение, расходные материалы и дополнительные операционные затраты. Эти данные позволяют объективно оценить бюджет проекта и заранее предусмотреть возможные финансовые риски.

1. Отчисления на зарплату персоналу, участвующему в разработке. В таблице 7 представлена продолжительность каждого этапа, состав задействованных сотрудников и среднемесячный фонд оплаты труда по этапам.

Таблица 7 - Отчисления на зарплату персоналу

Этап разработки	Длительность (Мес.)	Специалисты	Зарплата (руб.)
Анализ требований и планирование	1	Аналитик данных, Проект-менеджер, Эксперт в гидрометеорологии.	150 000
Проектирование системы	3	Архитектор системы, UI/UX дизайнер, Специалист по интеграциям.	150 000
Разработка базового функционала	4	Разработчик 1 уровня (Frontend), Разработчик 2 уровня (Backend), Специалист по базам данных	200 000
Интеграция аналитических и прогнозных инструментов	3	Математик/статистик, Специалист по машинному обучению, Разработчик для интеграций	180 000
Разработка интерфейса для	1	UI/UX дизайнер, Разработчик интерфейсов, Специалист по безопасности	160 000

Этап разработки	Длительность (Мес.)	Специалисты	Зарплата (руб.)
экстренных служб			
Тестирование системы	2	Тестировщик 1 уровня, Тестировщик 2 уровня (Automation), Специалист по нагрузочному тестированию	170 000
Разработка документации	1	Технический писатель	50 000
Внедрение системы и запуск	2	Системный администратор, Специалист по обучению, Проект-менеджер	170 000

Таким образом, общие расходы на зарплату персоналу составляют 1 480 000 рублей.

2. Отчисления на использование электроэнергии. Для обеспечения работы команды в течение всего проекта была использована различная техника и оборудование, которое потребляет электроэнергию. (Таблица 8)

Таблица 8 - Расчёт затрат на электроэнергию по оборудованию

Оборудование	Мощность (Вт)	Кол-во	Часы/день	Дни работы	Общая энергия (кВт·ч)	Тариф (Р/кВт·ч)	Стоимость (Р)
Персональные ПК	300	10	8	230	5 520	6	33 120
Сервер	800	1	24	365	7 008	6	42 048

Оборудование	Мощность (Вт)	Кол-во	Часы/день	Дни работы	Общая энергия (кВт·ч)	Тариф (Р/кВт·ч)	Стоимость (₽)
Ноутбуки	90	5	6	230	621	6	3 726
Мониторы внешние	50	10	8	230	920	6	5 520
Сетевое оборудование	100	1	24	365	876	6	5 256
Кондиционер	1500	1	10	180	2 700	6	16 200
Освещение офиса	400	1	10	250	1 000	6	6 000

Общие затраты на электроэнергию в рамках реализации проекта составляют 111 870 рублей. Наибольшая доля расходов приходится на круглосуточную работу серверного оборудования и кондиционирование серверной, а также на повседневное использование персональных компьютеров командой разработчиков.

3. Амортизация оборудования (Таблица 9). Для оценки амортизационных затрат мы приняли, что оборудование изнашивается равномерно, и его стоимость распределяется по сроку службы. Будем ориентироваться на срок 3 года, так как это наиболее часто применяемый срок для ИТ-оборудования в бюджетных и корпоративных проектах. В нашем проекте ориентировочная продолжительность проекта 17 месяцев.

Формула расчета амортизации = (Стоимость оборудования / Срок службы в месяцах) * Количество месяцев эксплуатации

Таблица 9 - Расчет амортизационных отчислений

№	Наименование оборудования	Стоимость, руб.	Срок службы, мес	Месяцев в проекте	Амортизация, руб.
1	Персональные ПК (10 шт.)	1 000 000	36	17	472 222
2	Сервер	300 000	36	17	141 667
3	Ноутбуки (5 шт.)	350 000	36	17	165 278
4	Мониторы внешние (10 шт.)	200 000	36	17	94 444
5	Сетевое оборудование	50 000	36	17	23 611
6	Кондиционер	60 000	36	17	28 333
7	Освещение	30 000	36	17	14 167
	Итого				939 722

Таким образом, общая сумма амортизационных расходов за весь период реализации проекта составила 939 722 рубля. Основная часть затрат приходится на персональные ПК, сервер и ноутбуки, активно использующиеся в процессе проектирования, разработки и тестирования геоинформационной системы.

4. Отчисления на материалы и программное обеспечение (Таблица 10). В расчете учитываются как лицензии на программное обеспечение, так и офисные и технические материалы, необходимые для работы команды. Формула расчета затрат на ПО и материалы:

$$Z = \sum_{i=1}^n (C_i \times Q_i) \quad , \text{где} \quad (1)$$

Z - общие затраты на программное обеспечение и материалы (руб.);

C_i - цена единицы i -го ресурса (руб.);

Q_i - количество единиц i -го ресурса;

n - общее число наименований.

Таблица 10 - Затраты на программное обеспечение и материалы

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Лицензия на Windows 11 Pro	шт.	10	9 000	90 000
2	Microsoft Office 365	мес.	12	750	9 000
3	Лицензия на GanttPRO	мес.	12	700	8 400
4	Профессиональная подписка Figma	мес.	12	1 200	14 400
5	Антивирусное ПО	год	1	10 000	10 000
6	Облачное хранилище	мес.	12	2 000	24 000
7	Бумага А4, упаковка	пачка	10	300	3 000
8	Картриджи для принтера	шт.	4	2 000	8 000
9	Канцелярские товары	компл.	1	5 000	5 000
	Итого				171 800

Итоговая сумма отчислений на программное обеспечение и материалы составляет 171 800 руб.

5. Прочие расходы (Таблица 11). К ним относятся аренда помещения, расходы на интернет и связь, услуги сторонних специалистов, транспортные расходы и другие административно-хозяйственные издержки.

Таблица 11 - Прочие расходы, связанные с реализацией проекта

№	Статья расхода	Ед. изм.	Количество/Срок	Стоимость за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Аренда помещения	мес.	12	30 000	360 000
2	Высокоскоростной интернет	мес.	12	1 500	18 000
3	Мобильная связь	мес.	12	2 000	24 000
4	Услуги бухгалтера	мес.	12	5 000	60 000
5	Услуги юриста	услуга	1	25 000	25 000
6	Транспортные расходы	разово	3 поездки	8 000	24 000
7	Проведение презентации	разово	1	15 000	15 000
8	Услуги хостинга	мес.	12	3 000	36 000
	Итого				562 000

Общая сумма прочих расходов: 562 000 руб.

В таблице 12 приведены итоговые затраты по основным статьям.

Таблица 12 - Итоговая таблица затрат

№	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Отчисления на зарплату персоналу	1 480 000
2	Отчисления на электроэнергию	111 870
3	Амортизационные отчисления	939 722
4	Затраты на программное обеспечение и материалы	171 800
5	Прочие расходы	562 000
	ИТОГО ЗАТРАТ	3 265 392

Общая сумма затрат на реализацию проекта составила 3 265 392 рубля. Наибольшую долю составляют отчисления на оплату труда сотрудников и амортизационные расходы на оборудование. Эти вложения являются обоснованными, так как направлены на создание устойчивой и технологически продвинутой системы.

3.3. Расчет ожидаемого результата экономической эффективности

В таблице 13 представлены ключевые направления, по которым возможна экономия средств, а также предполагаемые значения в денежном выражении. Как отмечается в докладе Всемирного банка: «Экономический эффект от внедрения систем раннего предупреждения и управления рисками природных катастроф основывается на экспертных оценках, анализе исторических данных и моделировании различных сценариев, что позволяет прогнозировать потенциальную экономию и минимизировать ущерб» [24]. Использование экспертных оценок и анализа исторических данных позволяет обосновать инвестиции в разработку и внедрение таких систем, а также прогнозировать реальные финансовые выгоды.

Таблица 13 - Экономическая эффективность

№	Направление экономической эффективности	Описание	Ожидаемый процент экономии	Прогнозируемая экономия в рублях (в год)
1	Снижение ущерба от наводнений	Предупреждение населения и властей	15–30%	300–600 млн ₽

№	Направление экономической эффективности	Описание	Ожидаемый процент экономии	Прогнозируемая экономия в рублях (в год)
2	Снижение затрат на восстановление инфраструктуры	Укрепление объектов и снижение разрушений	20–40%	500 млн – 1 млрд ₽
3	Снижение рисков для сельского хозяйства	Сохранение урожая и скота за счет своевременных мер	10–15%	200–300 млн ₽
4	Экономия государственных средств	Снижение расходов на экстренные меры и ликвидацию последствий	5–10%	50–100 млн ₽
5	Увеличение инвестиционной привлекательности	Повышение доверия инвесторов к региону за счет повышения устойчивости инфраструктуры	5–10%	1–2 млрд ₽
6	Образование и информированность населения	Повышение готовности населения к ЧС	5–8%	20–40 млн ₽

Таким образом, экономическая эффективность разработки и внедрения геоинформационной системы для расчета рисков на реке Кубань является значительной. Система может обеспечить существенное снижение ущерба от наводнений, что приведет к экономии в размере от 1,5 млрд до 3,5 млрд рублей ежегодно.

3.4. Расчет NPV

Для определения целесообразности инвестиций в разработку геоинформационной системы проводится расчёт чистой приведённой стоимости.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IC \quad , \text{ где} \quad (2)$$

CF_t — денежный поток в году t (годовая экономия),

r — ставка дисконтирования,

t — номер года,

n — срок расчёта (лет),

IC — инвестиции в проект (капитальные затраты).

Необходимые параметры: ежегодная экономия = 1 555 000 000 руб, срок расчёта = 5 лет, ставка дисконтирования = 10%, инвестиции = 3 265 392 руб.

Сначала рассчитаем сумму дисконтированных потоков по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^5 \frac{1555000000}{(1+0,1)^t} - 3265392 \quad (3)$$

Рассчитаем по годам:

Таблица 14 - Расчет по годам

Год	Дисконтированный поток, руб.	Результат
1	$(1\ 555\ 000\ 000) / (1,1^1)$	1 413 636 364
2	$(1\ 555\ 000\ 000) / (1,1^2)$	1 285 123 967
3	$(1\ 555\ 000\ 000) / (1,1^3)$	1 168 294 516
4	$(1\ 555\ 000\ 000) / (1,1^4)$	1 062 085 014
5	$(1\ 555\ 000\ 000) / (1,1^5)$	965 531 831

Сумма дисконтированных потоков = 5894671692 р.

$NPV = 5894671692 - 3265392 = 5891406300$ руб.

Положительное значение NPV означает, что он приносит значительный чистый доход даже с учётом дисконтирования, поэтому мы можем сделать вывод, что проект высокоэффективен.

3.5. Процесс реализации информационной системы

Для разработки геоинформационной системы, предназначеннной для расчета рисков на реке Кубань, был выбран язык программирования Python, а также его мощные библиотеки и фреймворки. В источниках дают такое определение: «Python — это высокоуровневый язык программирования, отличающийся эффективностью, простотой и универсальностью использования. Он широко применяется в разработке веб-приложений и прикладного программного обеспечения, а также в машинном обучении и обработке больших данных» [25]. Согласен с цитатой, так как Python действительно является

высокоуровневым, эффективным и универсальным языком программирования, который широко используется в различных областях и отлично подходит для проектируемой системы.

Выбор обусловлен простотой синтаксиса Python, его возможностями для работы с большими объемами данных и аналитикой, а также широкой поддержкой научных библиотек, что является важным для точных расчетов рисков и обработки геопространственной информации. Дополнительно, Python предоставляет удобные инструменты для работы с картами, географическими данными и визуализацией.

Основной инструмент для написания кода — это Visual Studio Code. Как отмечается в источниках, «Visual Studio Code (VS Code) — это редактор кода для разных языков программирования. Он относительно немного весит, гибкий и удобный. В нем можно писать, форматировать и редактировать код на разных языках» [26].

Структура системы для расчета рисков на реке Кубань включает в себя следующие ключевые компоненты:

- Раздел «Главная страница»
- Раздел «Регистрация» и «Авторизация»
- Раздел «Информация о наводнениях»
- Раздел «Рекомендации»
- Раздел «Обучение»
- Раздел «Анализ данных»
- Раздел «Администрирование»

Для создания удобного и визуально понятного пользовательского интерфейса веб-приложения применяются современные технологии: HTML5, CSS3 и JavaScript. Для динамической генерации страниц используется Django Templates, который обеспечивает быстрое обновление информации без перезагрузки.

Также используется Bootstrap 5 и Chart.js, в источниках отмечается: «Bootstrap 5 обеспечивает адаптивный дизайн благодаря гибкой сетке и системе контрольных точек, что позволяет корректно отображать интерфейс на устройствах с разными разрешениями экрана. Для визуализации аналитических данных, таких как динамика изменений и прогнозы, широко применяется библиотека Chart.js, которая позволяет создавать интерактивные и наглядные графики, улучшая восприятие информации пользователями.» [27]. Картографическая часть реализована с помощью ArcGIS, он позволяет точно отображать зоны возможного затопления и проводить пространственный анализ.

Основой серверной архитектуры выступает фреймворк Django на языке Python. Коммуникация между клиентом и сервером реализуется через Django REST Framework. Для обработки сложных расчетов применяются библиотеки NumPy и SciPy. Анализ временных рядов и построение прогнозных моделей осуществляется с использованием Pandas.

Работа с геоданными организована через GeoDjango, как указывается в официальной документации: «это расширение Django, предназначеннное для упрощения разработки геопространственных приложений. Оно предоставляет инструменты для работы с геометрическими данными, пространственным анализом и моделированием, что позволяет эффективно обрабатывать такие объекты, как реки, рельеф и другие параметры окружающей среды.» [28].

В системе используются две базы данных для работы с различной информацией. PostgreSQL с расширением PostGIS применяется для хранения геопространственных данных, таких как рельеф местности и гидрологические параметры, что позволяет эффективно проводить пространственный анализ. MongoDB используется для хранения данных в реальном времени и неструктурированной информации, такой как метеорологические данные, обеспечивая гибкость в обработке изменяющихся данных.

3.6. Расчет надежности программного и аппаратного комплекса ВКР

Надёжность является ключевой характеристикой любой технической системы. Источники пишут: «Надёжность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.» [29]. Это определение подчёркивает, что надёжность — это не только стабильная работа, но и способность системы функционировать при различных внешних условиях, в течение всего жизненного цикла, включая обслуживание, хранение и транспортировку. Для ГИС-системы это особенно важно, так как сбои могут повлечь за собой потерю данных или неправильные прогнозы.

Для оценки надёжности ГИС была использована экспоненциальная модель безотказной работы, предполагающая постоянную интенсивность отказов. Система состоит из трёх основных компонентов:

- Веб-приложение
- Модуль обработки данных
- База данных

Исходные данные надёжности компонентов описаны в таблице 15.

Таблица 15 - Исходные данные надёжности компонентов

Компонент	Вероятность безотказной работы	Интенсивность отказов λ
Веб-приложение	0.95	0.0005129
Модуль обработки данных	0.93	0.0007257
База данных	0.993	0.0000702

Интенсивность отказов вычислялась по формуле:

$$\lambda = -\frac{\ln(P)}{t}, \quad \text{где} \quad (4)$$

$t = 100$ часов.

Поскольку система работает как связанная (последовательная) структура, общая интенсивность отказов — сумма интенсивностей компонентов:

$$\lambda_{общ} = 0.0005129 + 0.0007257 + 0.0000702 = 0.0013088$$

Общая вероятность безотказной работы системы за 100 часов:

$$P(100) = e - \lambda_{общ} \times 100 = e - 0.13088 \approx 0.877$$

Таким образом, вероятность того, что система проработает 100 часов без отказов, составляет около 87,7%. Это приемлемый показатель надёжности для систем мониторинга, особенно на этапе внедрения. При необходимости показатель можно повысить за счёт резервирования компонентов и оптимизации кода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования было спроектирована современная геоинформационная система, которая предназначена для мониторинга, анализа и прогнозирования наводнений на реке Кубань. Были проанализированы существующие решения, что позволила выявить их недостатки и на основании полученных выводов сформировать более гибкую и удобную платформу. В ходе работы была выявлена целевая аудитория системы, благодаря которой появилась возможность точнее определить требования к системе. На этапе анализа были сформулированы функциональные и нефункциональные требования.

Особое внимание было уделено проектированию системы. Были разработана диаграмма вариантов использования, диаграмма компонентов, диаграмма развертывания, база данных, а также диаграммы последовательности, сценарии вариантов использования. Это обеспечило системный подход к построению решения.

Для реализации интерфейса был выбран технологический стек, который включает язык программирования Python, фреймворк Django, а также технологии HTML, CSS и JavaScript. В результате получился интуитивно понятный интерфейс, адаптированный как для специалистов в области гидрологии и представителей экстренных служб, так и для широкой аудитории - от местных жителей до муниципальных органов. Также были выбраны технологии для дальнейшей реализации системы.

Далее было выявлено, что система обладает не только технологической, но и экономической эффективностью. Общие инвестиции составили порядка 3,2 миллиона рублей. В то же время прогнозируемая ежегодная экономия от внедрения системы варьируется от 1,5 до 3,5 миллиардов рублей. Такой эффект достигает за счет своевременного оповещения о возможных наводнениях.

Данная система — это полноценный инструмент для повышения эффективности принятия решений в условиях паводковой угрозы. Система будет предоставлять доступ к актуальной информации, что будет способствовать оперативном реагированию.

Дополнительный потенциал развития заключается во внедрении методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Данные технологии позволяют оптимизировать моделирование процессов.

Спроектированная ГИС имеет потенциал стать важным инструментом в системе предупреждения и ликвидации последствий наводнений, а также обеспечить комплексный подход к управлению рисками природных катастроф, что, в свою очередь, способствует повышению устойчивости региона и снижению экономического ущерба.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анапа-Сити. Река Кубань. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://anapacity.com/krasnodarskiy-kray/reka-kuban.html> (дата обращения: 05.01.2025).
 2. Всемирная метеорологическая организация. Руководство по интегрированной системе предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях [Электронный ресурс]. – Женева: ВМО, 2009. – 139 с. – Режим доступа: https://library.wmo.int/viewer/49664/download?file=wmo_1111_en.pdf&type=pdf (дата обращения: 07.05.2025).
 3. Крымск: десять лет спустя // Lenta.ru. – 2022. – 6 июля. – URL: <https://lenta.ru/articles/2022/07/06/krymsk/> (дата обращения: 25.01.2025).
 4. Наводнение в Краснодарском крае // Новая газета. – 2018. – 25 октября. – URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2018/10/25/78336-navodnenie-v-krasnodarskom-krae> (дата обращения: 25.01.2025).
 5. Наводнения на Кубани: забытые уроки крымского паводка // Комсомольская правда – Кубань. – [Электронный ресурс]. – 23 июня 2021 г. – URL: <https://www.kuban.kp.ru/daily/28299/4439441/> (дата обращения: 25.01.2025).
 6. SimbirSoft. Геоинформационные системы: что это, где применяются и как разрабатываются [Электронный ресурс] // Хабр. – 2022. – URL: <https://habr.com/ru/companies/simbirsoft/articles/688428/> (дата обращения: 01.02.2025).
 7. IEEE. "The IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms." IEEE Std 100-1996, 1996. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/720574> (дата обращения: 01.02.2025).
 8. Sangwan N., Saini M. Оценка риска наводнений в городских водосборных бассейнах с использованием метода анализа иерархий (АHP) на основе ГИС // Environmental Modelling & Software. 2018. №100. С. 152–166.
- Доступно по ссылке:

- https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815217310496 (дата обращения: 02.02.2025).
9. Мурзина, Н. А. Анализ среды функционирования организации с помощью метода SWOT - анализа / Н. А. Мурзина, А. Н. Федоров, А. А. Серов // Актуальные вопросы экономики региона: анализ, диагностика и прогнозирование : материалы VI Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 06 апреля 2016 года. – Нижний Новгород: Стимул-СТ, 2016. – С. 85-89. – EDN WBNJBX.
10. Дэвид Ф. Р. Стратегический менеджмент: концепции и случаи / пер. с англ. — М.: Пирсон, 2017. — 720 с.
11. Atlassian [Официальный сайт]. Диаграмма Ганта в Agile: инструмент управления проектами / Atlassian Corporation. – Электрон. дан. – 2023. – URL: <https://www.atlassian.com/ru/agile/project-management/gantt-chart> (дата обращения: 15.02.2025).
12. [Чернышев К.Д. 2024] Чернышев К.Д. Проектирование системной информации. Стадфайл. [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/7433236/page:7/> (дата обращения: 27.02.2025).
13. [Lucidchart 2025] Lucidchart. Что такое UML? Руководство по UML с примерами. [Электронный ресурс] URL: <https://www.lucidchart.com/pages/ru/uml> (дата обращения: 01.03.2025).
14. [PlantUML 2025] PlantUML. Диаграммы вариантов использования. [Электронный ресурс] URL: <https://plantuml.com/ru-dark/use-case-diagram> (дата обращения: 18.03.2025).
15. Википедия. Сценарий использования [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%8F (дата обращения: 29.03.2025).

16. Visual Paradigm. Everything You Need to Know About Sequence Diagrams.

[Электронный ресурс] URL: <https://blog.visual-paradigm.com/ru/everything-you-need-to-know-about-sequence-diagrams/> (дата обращения: 04.04.2025).

17.BFN. Что такое база данных и принцип её работы. [Электронный ресурс] URL: <https://www.bfn.by/cto-takoe-baza-dannyh-i-princip-eyo-raboty> (дата обращения: 05.04.2025).

18.[VC.ru 2025] VC.ru. Диаграммы UML: обзор основных диаграмм UML. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/u/2794997-sistema/1017494-diagrammy-uml-obzor-osnovnyh-diagramm-uml> (дата обращения: 19.04.2025).

0% B8% D1% 89% D0% B0% 20% D1% 8D% D1% 82% D0% B8% D1% 85% 20% D0% B4% D0% B0% D0% BD% D0% BD% D1% 8B% D1% 85] ([\(https://practicum.yandex.ru/blog/diagramma-potokov-dannyh-dfd/#:~:text=DFD%20\(%D0%BE%D1%82%20%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BB.,%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%20%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85\)](https://practicum.yandex.ru/blog/diagramma-potokov-dannyh-dfd/#:~:text=DFD%20(%D0%BE%D1%82%20%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BB.,%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%20%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85))) (дата обращения: [15.05.2025]).

21.Киямов М. Внимание — бизнес-процессы! // WKazarin.ru, 2016. — URL: <https://wkazarin.ru/2016/03/09/attention-business-processes/> (дата обращения: 16.05.2025).

22.Иванова Е. В. User Experience Design: основы проектирования интерфейсов / Е. В. Иванова. — М.: Питер, 2020. — 256 с.

23.BCS Express [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.bcs.ru/npv-cto-eto-takoe-i-kak-raschitat-formulu> (дата обращения: 25.05.2025). – Загл. с экрана: «NPV: что это такое и как рассчитать (формула)».

24. Управление рисками стихийных бедствий: экономический анализ и рекомендации / Всемирный банк. — Вашингтон, 2019. — 120 с. — URL: <https://documents.worldbank.org/curated/en/2019-disaster-risk-management> (дата обращения: 25.05.2025).

25. **Skillfactory.** Visual Studio Code — Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/visual-studio-code/> — (дата обращения: 26.05.2025).

26. **Skillfactory.** Python — это высокоуровневый язык программирования для разработки веб-приложений, машинного обучения и обработки больших данных.

E%D0%BA%D0%BE%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%
%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%
A%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%
D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%
8%D1%8F,%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%
%B8%D0%B8%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D
0%D1%82%D0%BA%D0%B5%20%D0%B1%D0%BE%D0%
BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D1%85%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%
%D0%BD%D1%8B%D1%85. — (дата обращения: 25.05.2025).

27. Mobirise. Шаблон цитаты Bootstrap. — 2024. — URL:
<https://mobirise.com/bootstrap-template/ru/quote-template.html> (дата обращения: 25.05.2025).
28. Документация Django 3.1. GeoDjango — геопространственные возможности Django. — URL:
<https://docs.djangoproject.com/ru/3.1/ref/contrib/gis/> (дата обращения: 26.05.2025).
29. Информационно-аналитическая система «ТОиР». Термин: Геоинформационная система [Электронный ресурс]. — Режим доступа:
<https://toir.pro/mod/glossary/showentry.php?courseid=1&eid=232&displayformat=dictionary> (дата обращения: 27.05.2025).

ПРИЛОЖЕНИЕ А Сценарии вариантов использования

<i>Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Авторизация»</i>	
Вариант использования	Авторизация
Актеры	Гидролог, Метеоролог, Пользователь системы, Эксперт, Администратор системы, Почтовый сервис, СМС сервис
Краткое описание	Пользователь вводит логин, пароль и хочет получить доступ к системе
Цель	Получить доступ к функциям системы
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.1- Главный раздел сценария выполнения варианта использования
«Авторизация»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Авторизация»</i>	
Действия актеров	Отклик системы
1. Пользователь открывает сайт	
	2. Система отображает форму для ввода логина и пароля
3. Пользователь вводит логин	
4. Пользователь вводит пароль	
5. Пользователь нажимает кнопку «Войти»	6. Система проверяет введенные данные на соответствие логину и паролю, хранящимся в БД Иключение 1. Ответ от системы «Неверный логин или пароль»
	7. Система авторизует пользователя
8. Пользователь получает доступ к системе	9. Система отображает главную страницу

Рисунок А.2 - Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта
использования «Авторизация»

<i>Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Авторизация»</i>	
Действия актеров	Отклик системы
	Иключение 1. Ответ от системы «Неверный логин или пароль»
4. Пользователь нажимает кнопку «Забыли пароль»	5. Система отображает форму для ввода Email или номера телефона
Иключение 1.1 Пользователь хочет войти через телефон	
6. Пользователь вводит Email и нажимает кнопку «Отправить»	7. Система генерирует ссылку для сброса пароля 8. Система отправляет ссылку для сброса старого пароля на указанный email
8. Пользователь переходит по ссылке	9. Система открывает форму для ввода нового пароля
9. Пользователь вводит новый пароль	10. Система обновляет и сохраняет введенный пароль пользователя 7. Система авторизует пользователя
	Иключение 1.1 Пользователь хочет войти через телефон
6. Пользователь вводит номер телефона и нажимает кнопку «Отправить»	7. Система генерирует код для сброса пароля 8. Система отправляет код для сброса старого пароля на указанный номер телефона
9. Пользователь вводит код в систему	10. Система проверяет делает запрос в бд и проверяет введенный код 11. Система открывает форму для ввода нового пароля
12. Пользователь вводит новый пароль	13. Система обновляет и сохраняет введенный пароль пользователя 7. Система авторизует пользователя

Рисунок А.3 - Раздел Исключения сценария выполнения варианта
использования «Авторизация»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Регистрация»	
Вариант использования	Регистрация
Актеры	Пользователь системы, Почтовый сервис, СМС сервис
Краткое описание	Создать новую учётную запись пользователя в системе
Цель	Зарегистрироваться и получить доступ к системе
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.4 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Регистрация»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Регистрация»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Пользователь нажимает кнопку «Регистрация»	
	2. Система отображает форму регистрации с полями для ввода необходимых данных
3. Пользователь зааполняет поле «Логин»	
4. Пользователь заполняет поле «Пароль»	
5. Пользователь нажимает кнопку «Сохранить»	6. Система проверяет введенные данные на уникальность с помощью запроса к БД Иключение 1. Пользователь с таким логином уже зарегистрирован
	7. Система сохраняет введенные данные в БД и создает новую учетную запись для пользователя 8. Пользователю отображается сообщение об успешной регистрации 9. Система предоставляет доступ к системе пользователю
10. Пользователь получает доступ к системе	11. Система отображает главную страницу

Рисунок А.5 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Регистрация»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Регистрация»	
Действия актеров	Отклик системы
	Иключение 1. Пользователь с таким логином уже зарегистрирован
	7. Система выводит сообщение о том, что пользователь с таким логином уже зарегистрирован

Рисунок А.6 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Регистрация»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации»	
Вариант использования	Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации
Актеры	Пользователь системы
Краткое описание	Прочитать рекомендации по действиям во время ЧС
Цель	Получить рекомендации по действиям в случае наводнения или другой чрезвычайной ситуации
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.7 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
1. Пользователь открывает раздел «Рекомендации на случай ЧС»	
	2. Система запрашивает у БД информацию и предоставляет пользователю список рекомендаций, отсортированных по категориям
3. Пользователь просматривает список и выбирает интересующую его категорию	
	4. Система делает запрос к БД и отображает подробные рекомендации
5. Пользователь внимательно читает предоставленную информацию	

Рисунок А.8 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации»

<i>Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»</i>	
<i>Вариант использования</i>	<i>Пройти обучение по работе с системой</i>
Актеры	Пользователь системы
Краткое описание	Изучить функционал системы
Цель	Ознакомиться с функционалом системы и научиться эффективно использовать ее для работы с данными о рисках наводнений
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.9 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
1. Пользователь открывает раздел «Обучение»	
	2. Система делает запрос к БД и отображает список доступных курсов обучения
3. Пользователь выбирает курс обучения	
	4. Система делает запрос к БД
	Иключение 1. Обучающие материалы недоступны.
	5. Система предоставляет доступ к обучающим материалам
6. Пользователь изучает материалы курса	

Рисунок А.10 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»

<i>Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
	Иключение 1. Обучающие материалы недоступны.
	5. Система уведомляет пользователя о том, что курс временно недоступен
	6. Система предлагает повторить попытку позже или связаться с поддержкой.

Рисунок А.11 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Пройти обучение по работе с системой»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Администрирование пользователей и ролей»	
Вариант использования	Администрирование пользователей и ролей
Актеры	Администратор системы
Краткое описание	Управление учетными записями пользователей
Цель	Управление учетными записями пользователей, их ролями и правами доступа в системе
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Включает «Создать нового пользователя», «Настроить роли и права доступа», «Удалить пользователя»

Рисунок А.12 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Администрирование пользователей и ролей»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Администрирование пользователей и ролей»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Администратор открывает раздел «Управление пользователями»	
	2. Система делает запрос к БД
	3. Система предоставляет администратору список возможных опций
4. Администратор просматривает и выбирает необходимое	

Рисунок А.13 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Администрирование пользователей и ролей»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»	
Вариант использования	Создать нового пользователя
Актеры	Администратор системы
Краткое описание	Создание новой учетную записи
Цель	Создать новую учетную запись пользователя с указанными данными и правами доступа.
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Является включением для «Администрирование пользователей и ролей» и расширением для «Настроить роли и права доступа»

Рисунок А.14 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Администратор выбирает действие «Создать нового пользователя»	
	2. Система отображает форму для ввода данных нового пользователя
3. Администратор заполняет все обязательные поля формы и нажимает кнопку «Сохранить»	
	4. Система проверяет, что логин уникален, пароль соответствует требованиям безопасности, Email имеет правильный формат, роль выбрана из списка доступных.
	Исключение 1. Введены некорректные данные
	Исключение 2. Пользователь с такими данными уже существует
	5. Система сохраняет данные в БД и создает учетную запись нового пользователя
	6. Система выводит сообщение об успешном завершении операции
7. Пользователь просматривает сообщение	

Рисунок А.15 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Введены некорректные данные.
6. Администратор исправляет ошибку и повторяет попытку	5. Система выводит сообщение об ошибке (например, неверный email)
	5. Система сохраняет данные в БД и создает учетную запись нового пользователя
	Исключение 2. Пользователь с такими данными уже существует
6. Администратор вводит новый пароль, нажимает кнопку Сохранить	5. Система выводит сообщение «Пользователь с такими данными уже существует» и предлагает сменить пароль
	5. Система сохраняет данные в БД и обновляет учетную запись нового пользователя

Рисунок А.16 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Создать нового пользователя»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Настроить роли и права доступа»	
Вариант использования	Настроить роли и права доступа
Актеры	Администратор системы
Краткое описание	Назначения или изменение ролей и прав доступа для пользователей системы
Цель	Назначить или изменить роли и права доступа для пользователей системы,
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Является включением для «Администрирование пользователей и ролей» и расширяет «Создать нового пользователя»

Рисунок А.17 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Настроить роли и права доступа»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Настроить роли и права доступа»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Администратор выбирает действие «Настройка ролей и прав доступа»	
	2. Система делает запрос к БД и предоставляет администратору список всех зарегистрированных пользователей и доступных ролей.
3. Администратор выбирает пользователя, для которого необходимо настроить права доступа.	
	4. Система делает запрос к БД и показывает текущие права доступа для выбранного пользователя
5. Администратор назначает или изменяет права доступа	
6. Администратор нажимает кнопку «Сохранить»	
	7. Система обновляет права доступа в базе данных
9. Администратор просматривает сообщение	8. Система выводит сообщение об успешном завершении операции

Рисунок А.18 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Настроить роли и права доступа»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»	
Вариант использования	Удалить пользователя
Актеры	Администратор системы
Краткое описание	Удаление учётной записи
Цель	Удалить учетную запись пользователя из системы
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Является включением для «Администрирование пользователей и ролей»

Рисунок А.19 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Администратор открывает раздел «Управление пользователями»	
	2. Система делает запрос к БД и отображает страницу с пользователями системы
3. Администратор выбирает пользователя, которого хочет удалить	
	4. Система делает запрос к БД и отображает карточку пользователя
5. Администратор выбирает действие «Удалить пользователя»	
	6. Система выводит диалоговое окно с сообщением: «Вы уверены, что хотите удалить пользователя user123?»
Исключение 1. Администратор выбирает «Нет» в диалоговом окне	
	7. Администратор нажимает кнопку «Да» в диалоговом окне.
	8. Система проверяет, что пользователь не имеет активных задач или зависимостей, которые могут быть нарушены при удалении.
	Исключение 2. Пользователь имеет активные задачи
	9. Система удаляет данные пользователя из базы данных.
	10. Система выводит сообщение: «Пользователь user123 успешно удален.»

Рисунок А.20 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1. Администратор выбирает «Нет» в диалоговом окне	
	7. Система отменяет операцию удаления.
	8. Система возвращает администратора в раздел управления пользователями.
Исключение 2. Пользователь имеет активные задачи	
	9. Система выводит сообщение: «Невозможно удалить пользователя user123, так как у него есть активные задачи.»
6. Администратор просматривает сообщение и повторяет попытку через некоторое время	

Рисунок А.21 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Удалить пользователя»

<i>Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»</i>	
Вариант использования	Осуществление комплексного анализа полученных данных
Актеры	Эксперт
Краткое описание	Процесс обработки и анализа данных, собранных в системе, для выявления закономерностей, оценки рисков
Цель	Проанализировать собранные данные для получения ценной информации
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Включает «Запустить расчёт рисков»

Рисунок А.22 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»</i>	
Действия актеров	Отклик системы
1. Эксперт открывает раздел «Анализ данных»	
	2. Система делает запрос к БД и отображает раздел
3. Эксперт выбирает данные, которые необходимо проанализировать (например, гидрологические, метеорологические)	
	удобном формате
5. Эксперт выбирает метод анализа	
6. Нажимает кнопку «Запустить»	
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
	7. Система применяет выбранный метод анализа к данным и обрабатывает их.
	8. Система отображает результаты анализа
9. Эксперт анализирует полученные результаты, делает выводы и принимает решения на основе данных.	

Рисунок А.23 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»

<i>Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»</i>	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
8. Эксперт выбирает файл нужного формата	7. Система отображает сообщение об ошибке и предлагает загрузить файл в подходящем формате.

Рисунок А.24 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Осуществление комплексного анализа полученных данных»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»	
Вариант использования	Запустить расчёт рисков
Актеры	Эксперт
Краткое описание	Позволяет эксперту инициировать процесс анализа данных для оценки рисков наводнений на реке Кубань
Цель	Оценить риски наводнений
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Является включением для «Осуществление комплексного анализа полученных данных» и расширением для «Прогнозирование наводнений»

Рисунок А.25 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Эксперт открывает раздел «Расчет рисков»	
	2. Система делает запрос к БД и открывает страницу
3. Эксперт выбирает данные, которые необходимо проанализировать (например, гидрологические, метеорологические)	
4. Пользователь выбирает параметры для расчета	
5. Пользователь нажимает кнопку «Запустить расчёт рисков»	
	Исключение 1. Загруженные данные недостаточны для выполнения расчета
	Исключение 2. Файл имеет неподдерживаемый формат
	6. Система начинает выполнение расчета, используя математические модели и алгоритмы
	Исключение 3. Расчет займет слишком много времени
	7. Система обрабатывает данные, учитывая выбранные параметры
	8. Результаты расчета сохраняются в БД и отображаются пользователю
9. Эксперт проверяет результаты расчета	

Рисунок А.26 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Загруженные данные недостаточны для выполнения расчета
	6. Система выводит сообщение об ошибке
	7. Система запрашивает дополнительные данные.
8. Загружает недостающие данные или корректирует параметры расчета.	
	6. Система начинает выполнение расчета, используя математические модели и алгоритмы
	Исключение 2. Файл имеет неподдерживаемый формат
	7. Система отображает сообщение об ошибке и предлагает загрузить файл в подходящем формате.
8. Эксперт выбирает файл нужного формата	
5. Пользователь нажимает кнопку «Запустить расчёт рисков»	
	Исключение 3. Расчет займет слишком много времени
	7. Система уведомляет пользователя о необходимости ожидания.
	Исключение 3.1 Эксперт хочет остановить процесс
8. Эксперт ожидает завершения расчета	
	5. Система обрабатывает данные, учитывая выбранные параметры
	Исключение 3.1 Эксперт хочет остановить процесс
9. Эксперт нажимает кнопку «Стоп»	
	10. Система выводит сообщение «Вы уверены, что хотите остановить расчёт?»
11. Эксперт нажимает кнопку «Да»	
	12. Система останавливает процесс расчета

Рисунок А.27 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Запустить расчёт рисков»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Прогнозирование наводнений»	
Вариант использования	Прогнозирование наводнений
Актеры	Эксперт
Краткое описание	Позволяет эксперту спрогнозировать наводнения
Цель	Спрогнозировать возможные сценарии наводнений
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяет «Запустить расчёт рисков» и является расширением для «Передать уведомление о наводнении»

Рисунок А.28 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Прогнозирование наводнений»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Прогнозирование наводнений»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Эксперт анализирует данные, которые были получены после расчета рисков	
2. Эксперт нажимает кнопку «Прогноз наводнений»	3. Система выполняет прогноз и отображает результаты (зоны потенциального затопления, динамика уровня воды).
4. Эксперт изучает материалы и принимает решение о дальнейших действиях	

Рисунок А.29 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Прогнозирование наводнений»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»	
Вариант использования	Разработка рекомендаций по снижению рисков
Актеры	Эксперт, Заинтересованные стороны (Администрация, МЧС)
Краткое описание	Позволяет эксперту на основе анализа данных о наводнениях и их последствиях разработать практические рекомендации для минимизации рисков.
Цель	Разработать практические рекомендации для снижения рисков наводнений
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.30 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»

Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»	
Действия актеров	Отклик системы
1. Эксперт выбирает вкладку «Аналитические отчеты»	2. Система предоставляет аналитические отчеты и визуализации
3. Эксперт изучает данные о наводнениях	
4. Эксперт разрабатывает рекомендации на основе анализа и оформляет в виде документа	
5. Пользователь представляет рекомендации заинтересованным сторонам (администрации, МЧС, инженерам).	
Исключение 1. Заинтересованные лица не согласовали	
6. Заинтересованные стороны согласовывают	
7. Эксперт открывает форму «Загрузка рекомендации» и нажимает кнопку «Загрузить»	
	8. Система делает запрос к БД и открывает форму
9. Эксперт загружает файл с рекомендациями и нажимает кнопку «Сохранить»	
	10. Система проверяет формат файла
Исключение 2. Файл имеет неподдерживаемый формат	
	11. Система сохраняет данные в БД и опубликовывает пользователям

Рисунок А.31 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Заинтересованные лица не согласовали
6. З.л отправляют рекомендации на доработку	
7. Дорабатывает рекомендации	
5. Пользователь представляет рекомендации заинтересованным сторонам (администрации, МЧС, инженерам).	
	Исключение 2. Файл имеет неподдерживаемый формат
	11. Система отображает сообщение об ошибке и предлагает загрузить файл в подходящем формате.
12. Эксперт выбирает файл нужного формата	

Рисунок А.32 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Разработка рекомендаций по снижению рисков»

Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»	
Вариант использования	
Актеры	Метеоролог
Краткое описание	Позволяет метеорологу вносить данные о текущих или прогнозных метеорологических условиях в систему.
Цель	Внести данные о метеорологических условиях
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.33 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
1. Пользователь переходит в раздел «Метеорологические данные»	
	2. Система делает запрос к БД и открывает страницу пользователю
3. Нажимает кнопку «Добавить данные»	
	4. Система открывает форму для загрузки данных
5. Пользователь загружает данные и нажимает кнопку «Загрузить»	
	6. Система проверяет введенные данные на корректность
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
	7. Система сохраняет данные в БД
	8. Система отображает сообщение об успешном добавлении данных

Рисунок А.34 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»

<i>Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
8. Эксперт выбирает файл нужного формата	7. Система отображает сообщение об ошибке и предлагает загрузить файл в подходящем формате.

Рисунок А.35 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»

<i>Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»</i>	
Вариант использования	Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань
Актеры	Гидролог
Краткое описание	Позволяет гидрологу вносить данные о текущих или прогнозных метеорологических условиях в систему.
Цель	Внести актуальные данные о гидрологическом состоянии реки Кубань
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Ссылки отсутствуют

Рисунок А.36 - Главный раздел сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»

<i>Раздел Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»</i>	
<i>Действия актеров</i>	<i>Отклик системы</i>
1. Пользователь переходит в раздел «Гидрологические данные»	
	2. Система делает запрос к БД и открывает страницу пользователю
3. Нажимает кнопку «Добавить данные»	
	4. Система открывает форму для загрузки данных
5. Пользователь загружает данные и нажимает кнопку «Загрузить»	
	6. Система проверяет введенные данные на корректность
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
	7. Система сохраняет данные в БД
	8. Система отображает сообщение об успешном добавлении данных

Рисунок А.37 - Раздел типичный ход событий сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»

Раздел Исключения сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»	
Действия актеров	Отклик системы
	Исключение 1. Файл имеет неподдерживаемый формат
8. Эксперт выбирает файл нужного формата	7. Система отображает сообщение об ошибке и предлагает загрузить файл в подходящем формате.

Рисунок А.38 - Раздел исключения сценария выполнения варианта использования «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Диаграммы последовательности

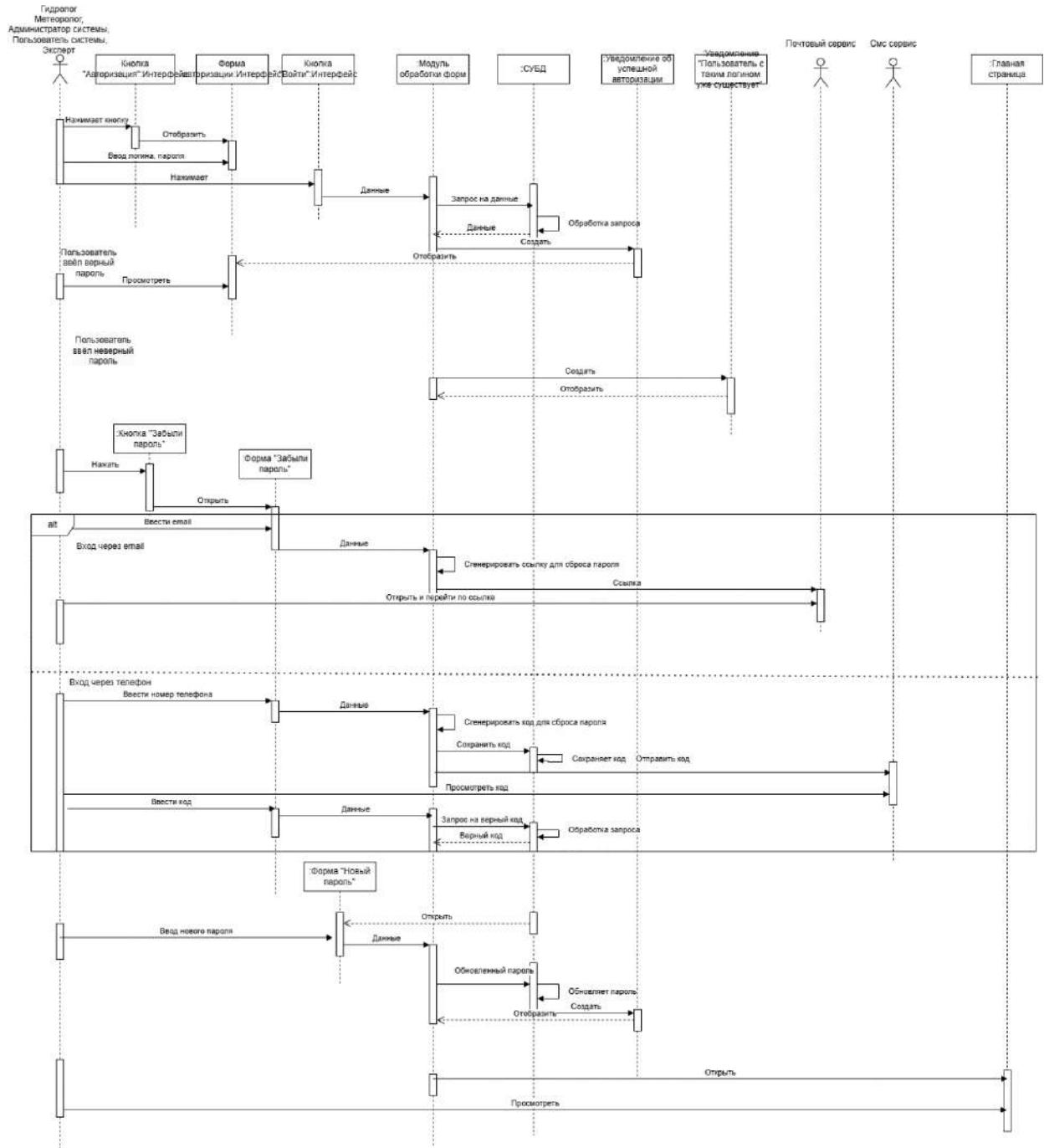


Рисунок Б.1 - Диаграмма последовательности «Авторизация»

Пользователь системы

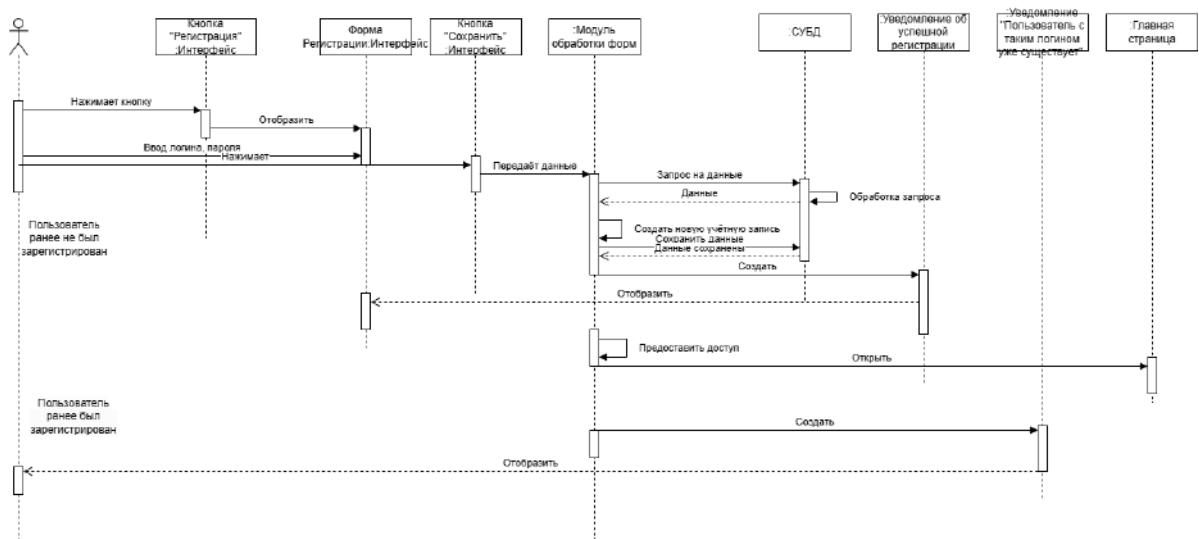


Рисунок Б.2 - Диаграмма последовательности «Регистрация»

Пользователь системы

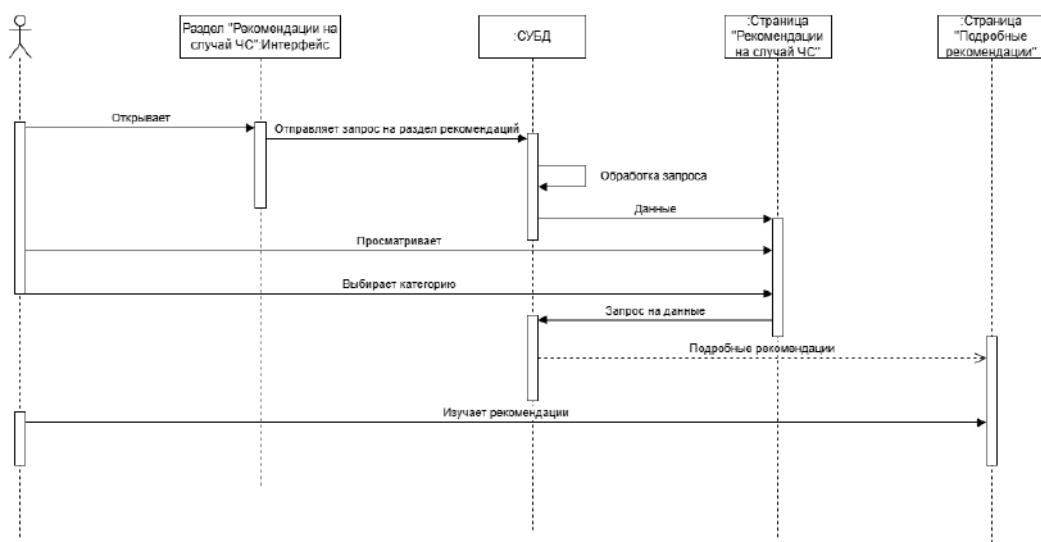


Рисунок Б.3 - Диаграмма последовательности «Ознакомиться с рекомендациями на случай чрезвычайной ситуации»

Пользователь системы

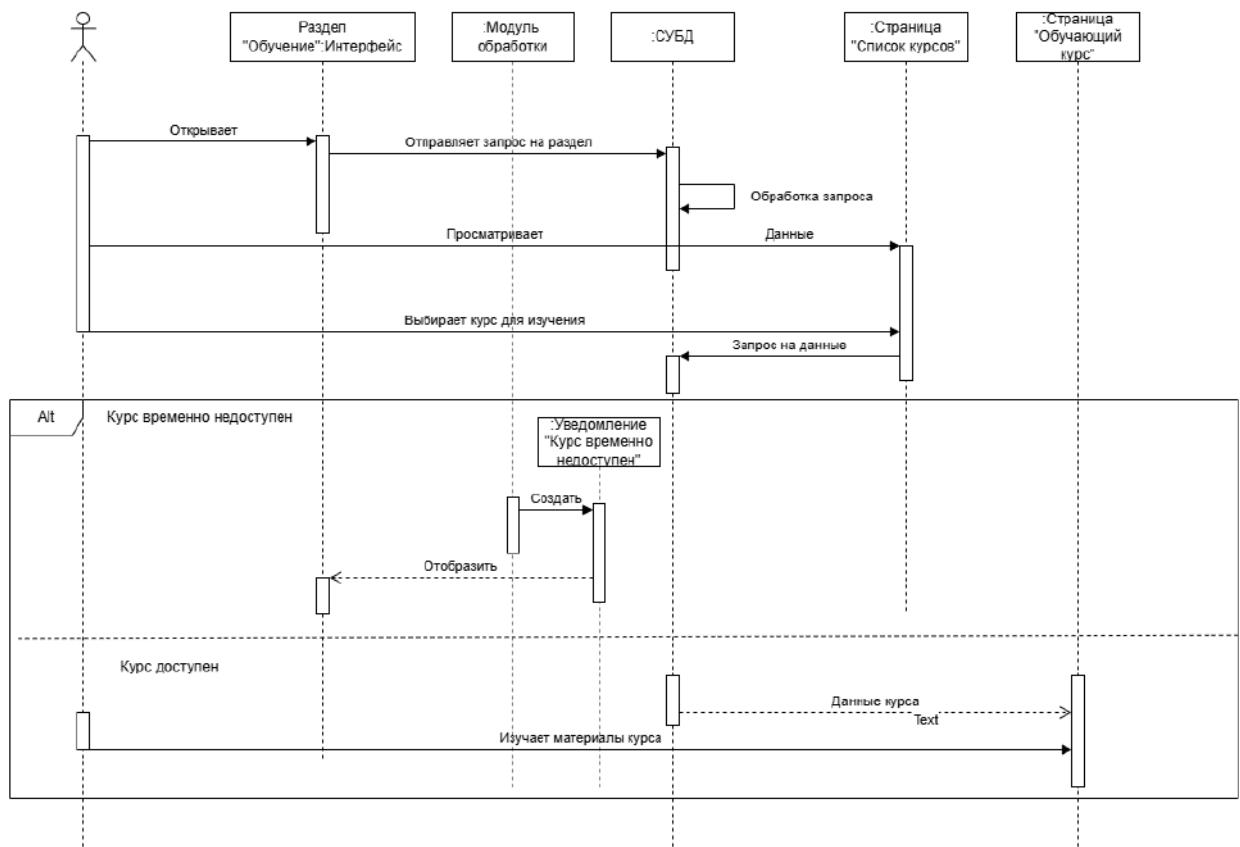


Рисунок Б.4 - Диаграмма последовательности «Пройти обучение по работе с системой»

Пользователь системы

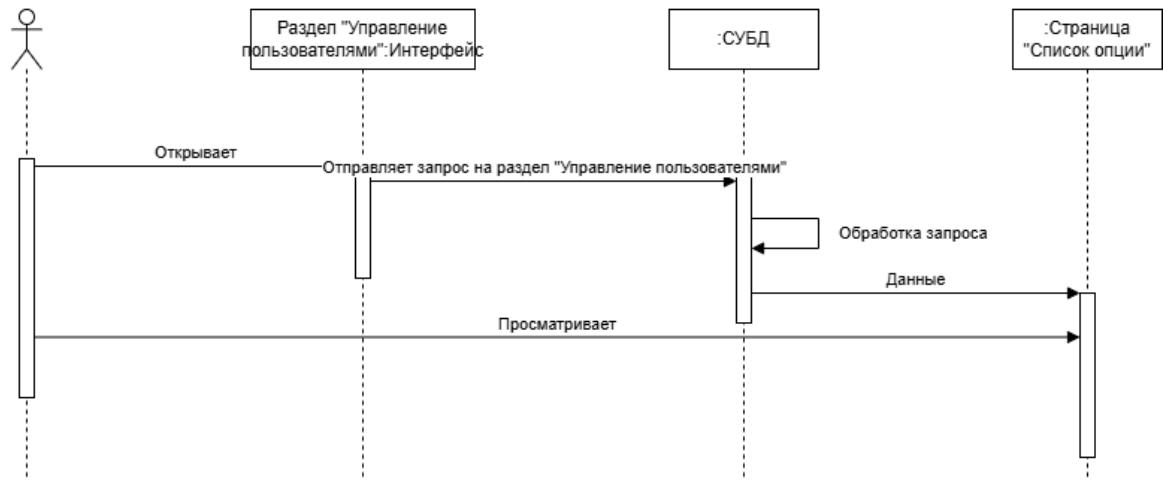


Рисунок Б.5 - Диаграмма последовательности «Администрирование пользователей и ролей»

Администратор

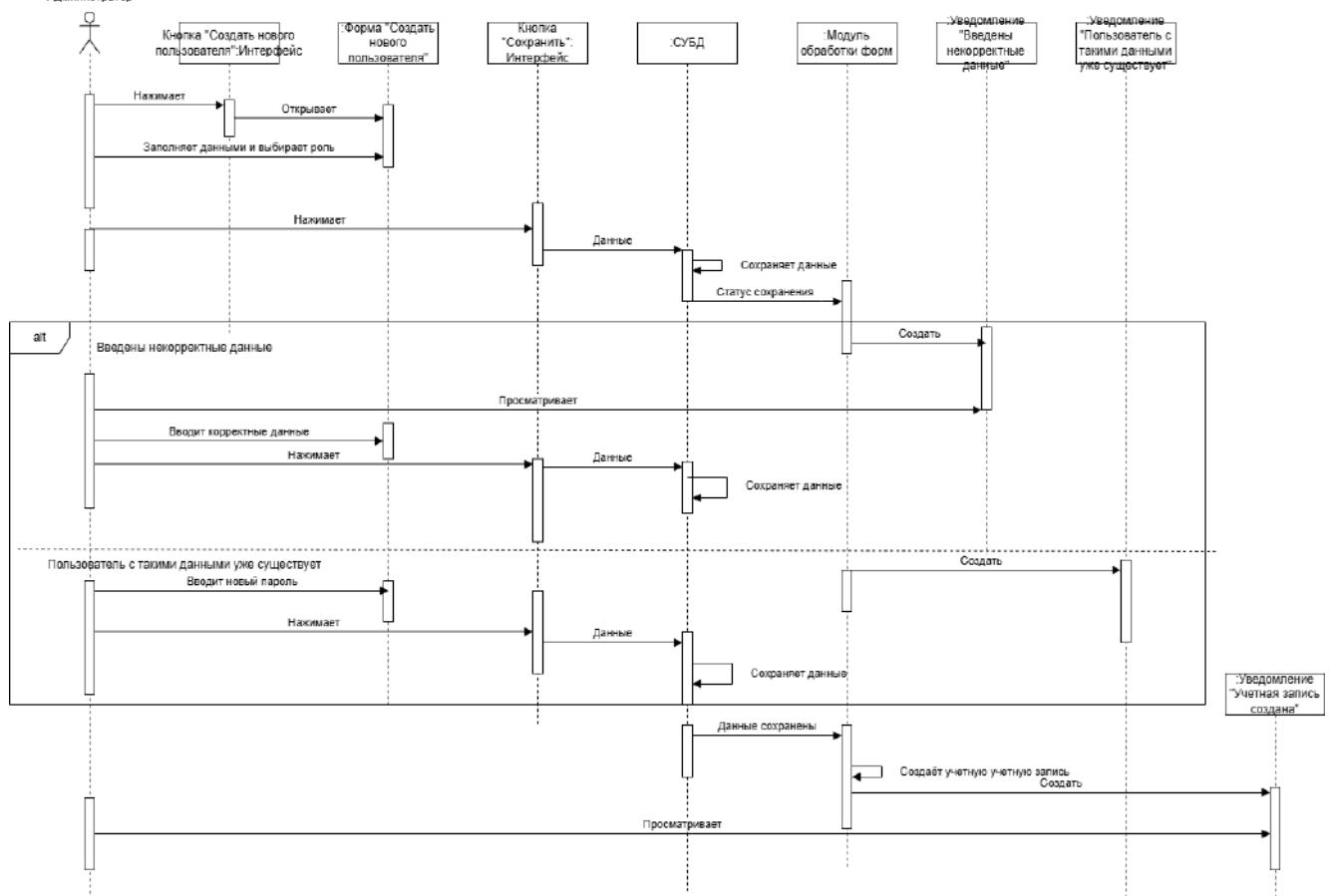


Рисунок Б.6 - Диаграмма последовательности «Создать нового пользователя»

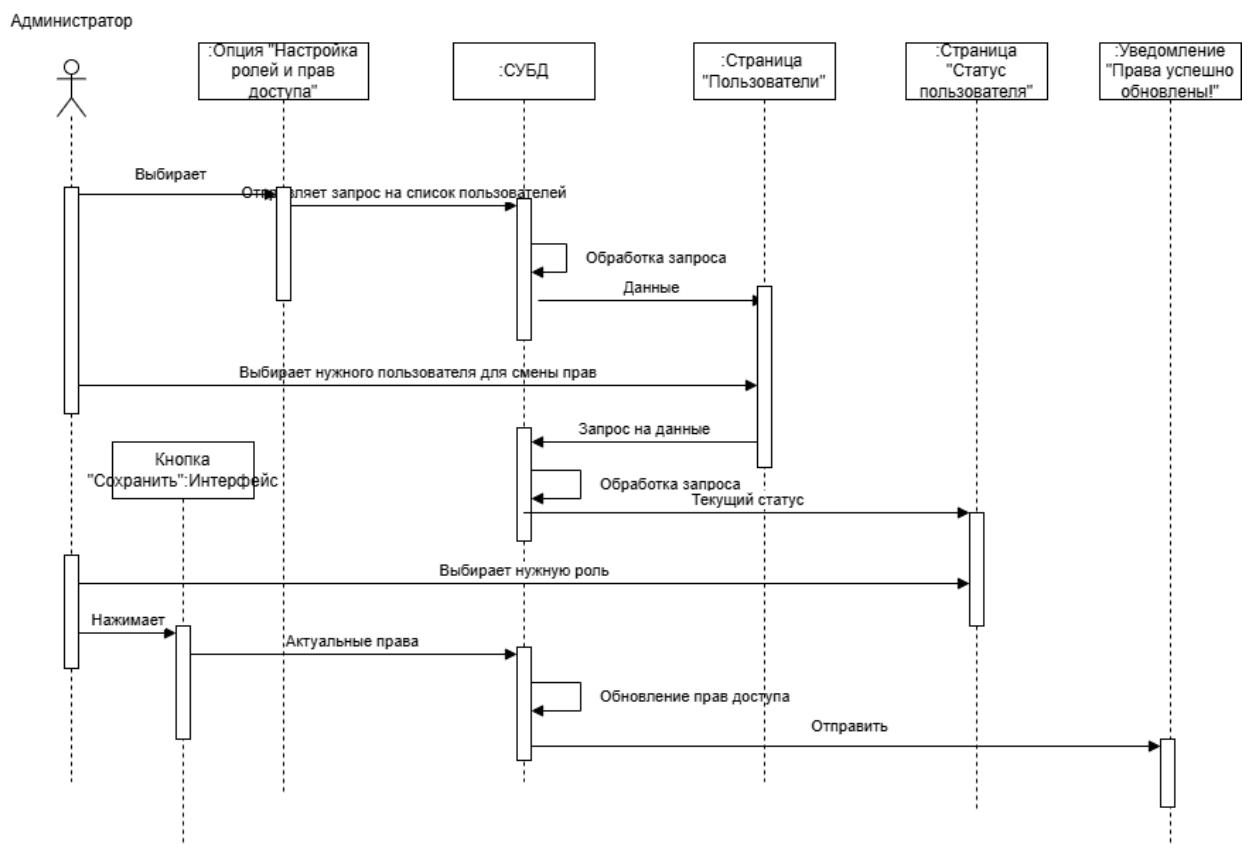


Рисунок Б.7 - Диаграмма последовательности «Настроить роли и права доступа»

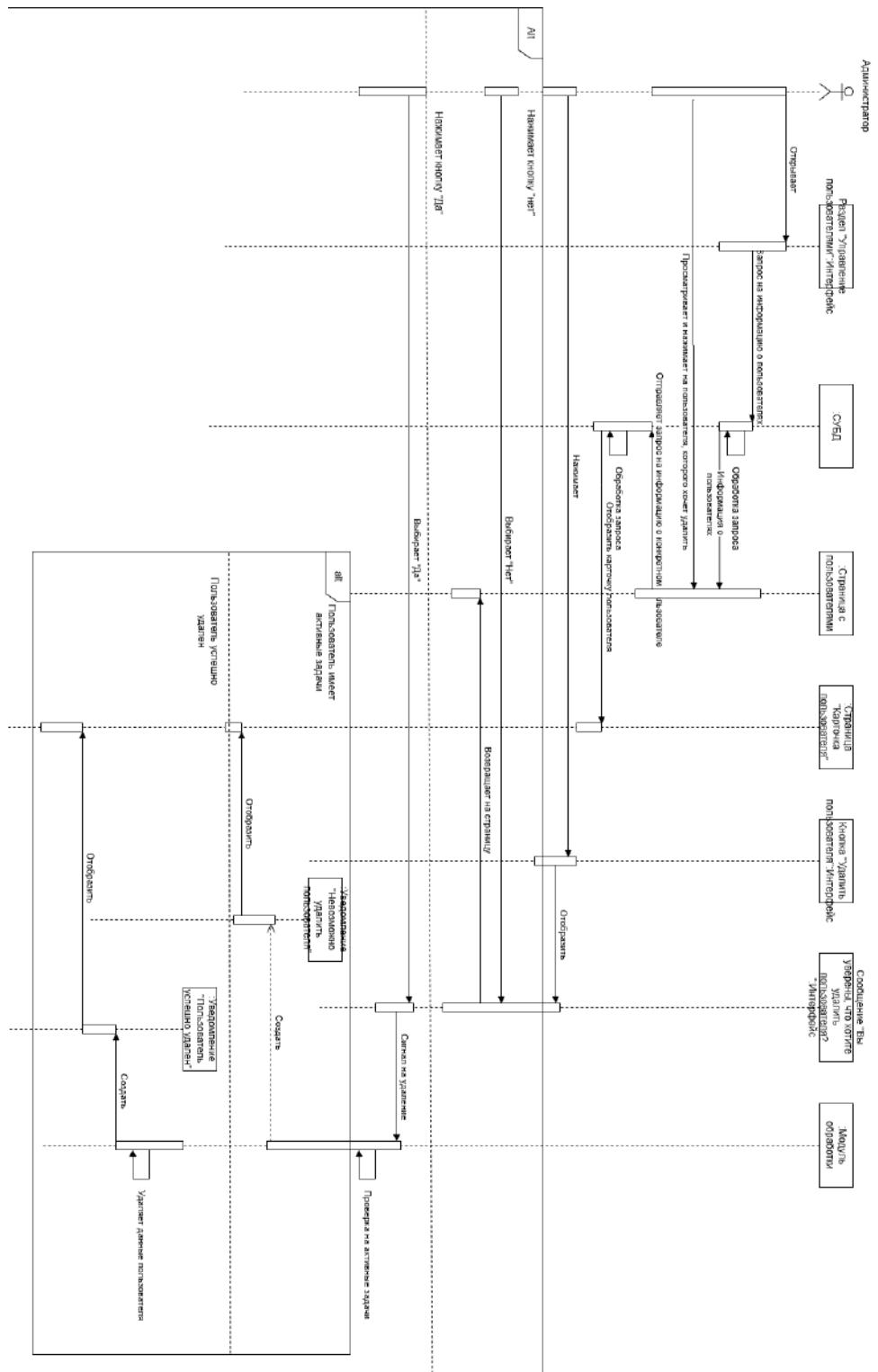


Рисунок Б.8 - Диаграмма последовательности «Удалить пользователя»

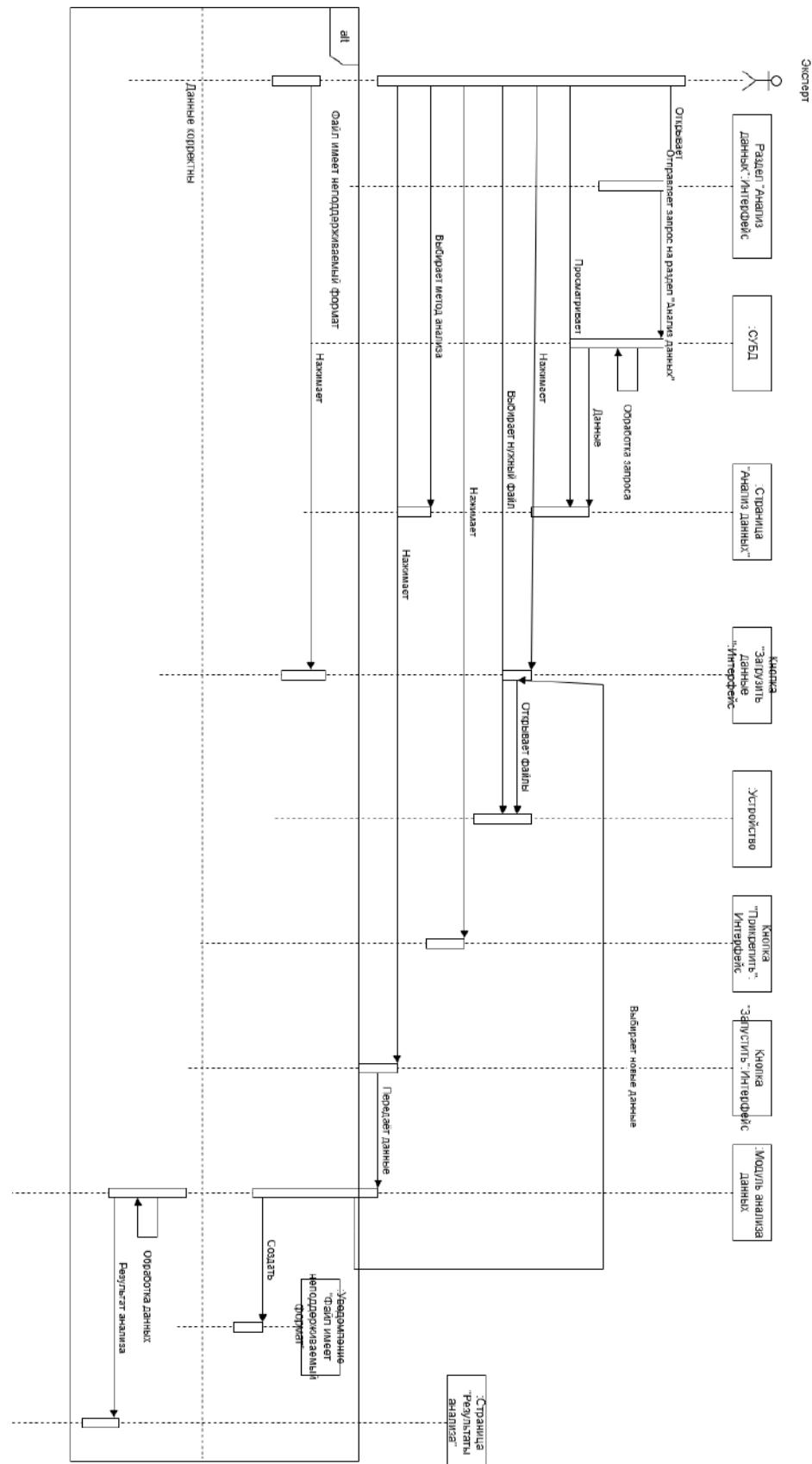


Рисунок Б.9 - Диаграмма последовательности «Осуществление комплексного анализа полученных данных»

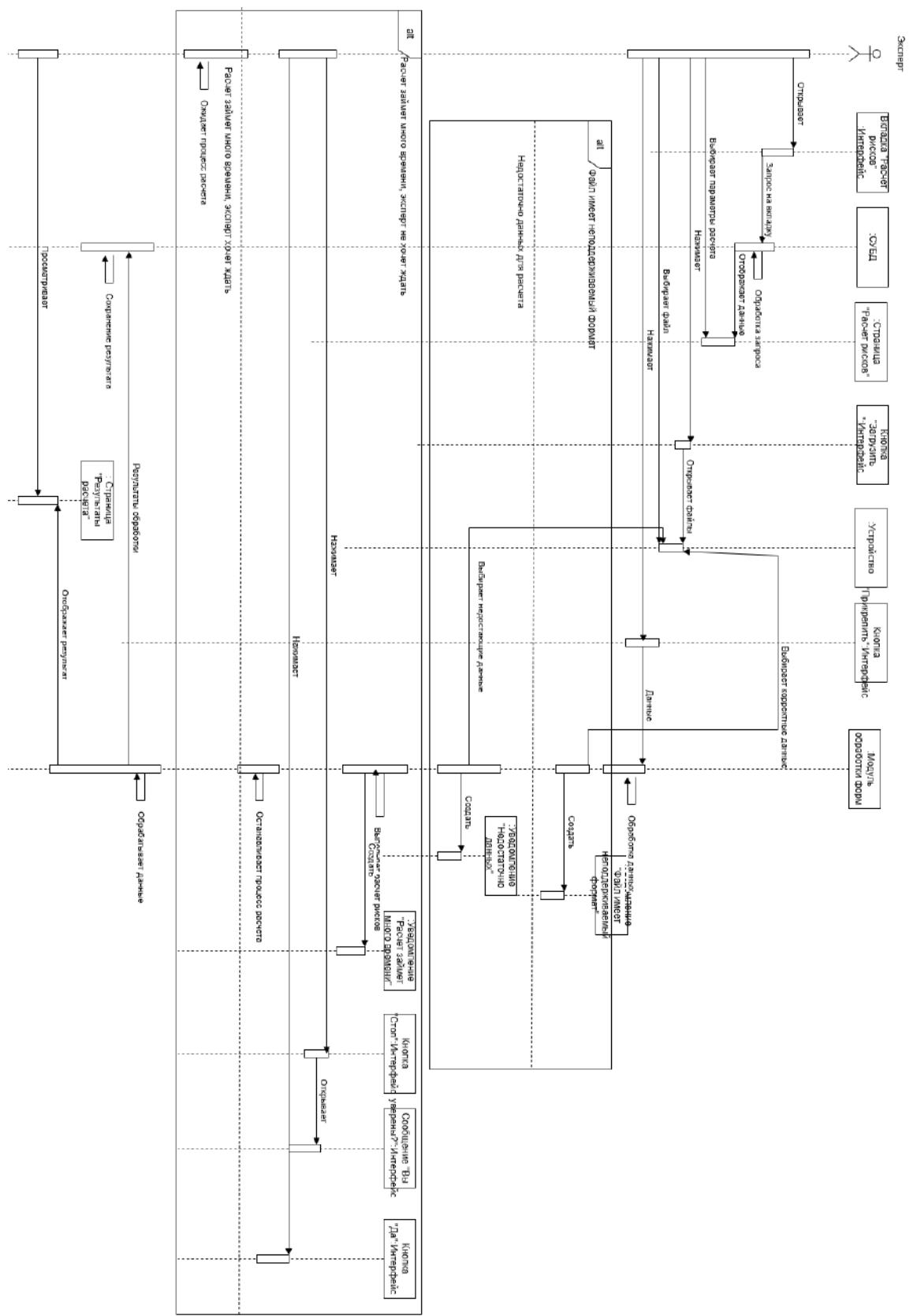


Рисунок Б.10 - Диаграмма последовательности «Запустить расчёт рисков»

Эксперт

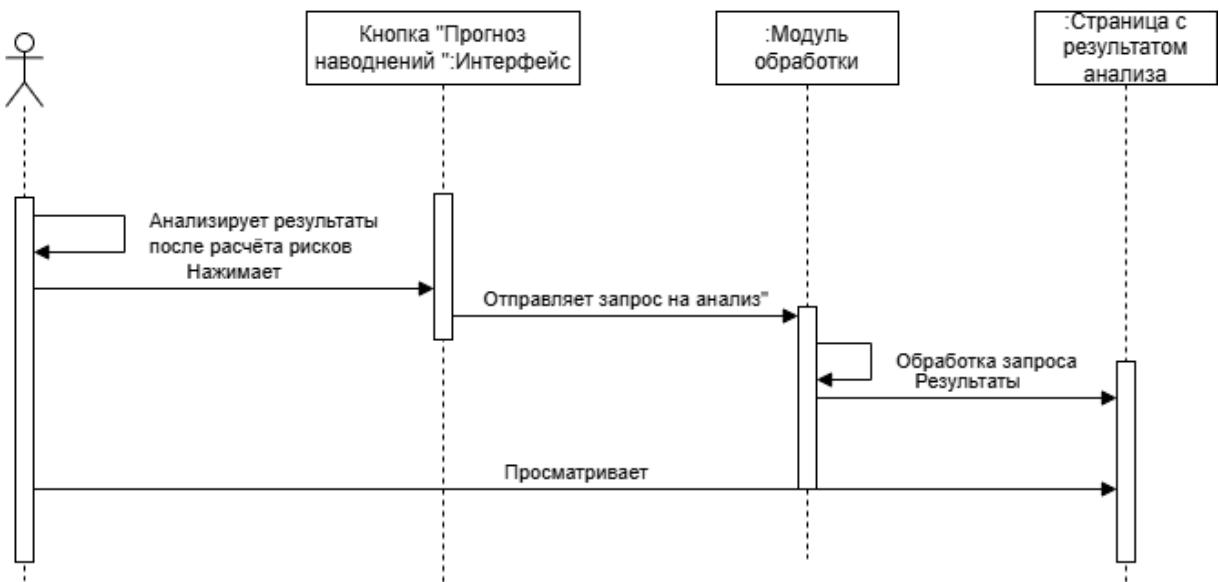


Рисунок Б.11 - Диаграмма последовательности «Прогнозирование наводнений»

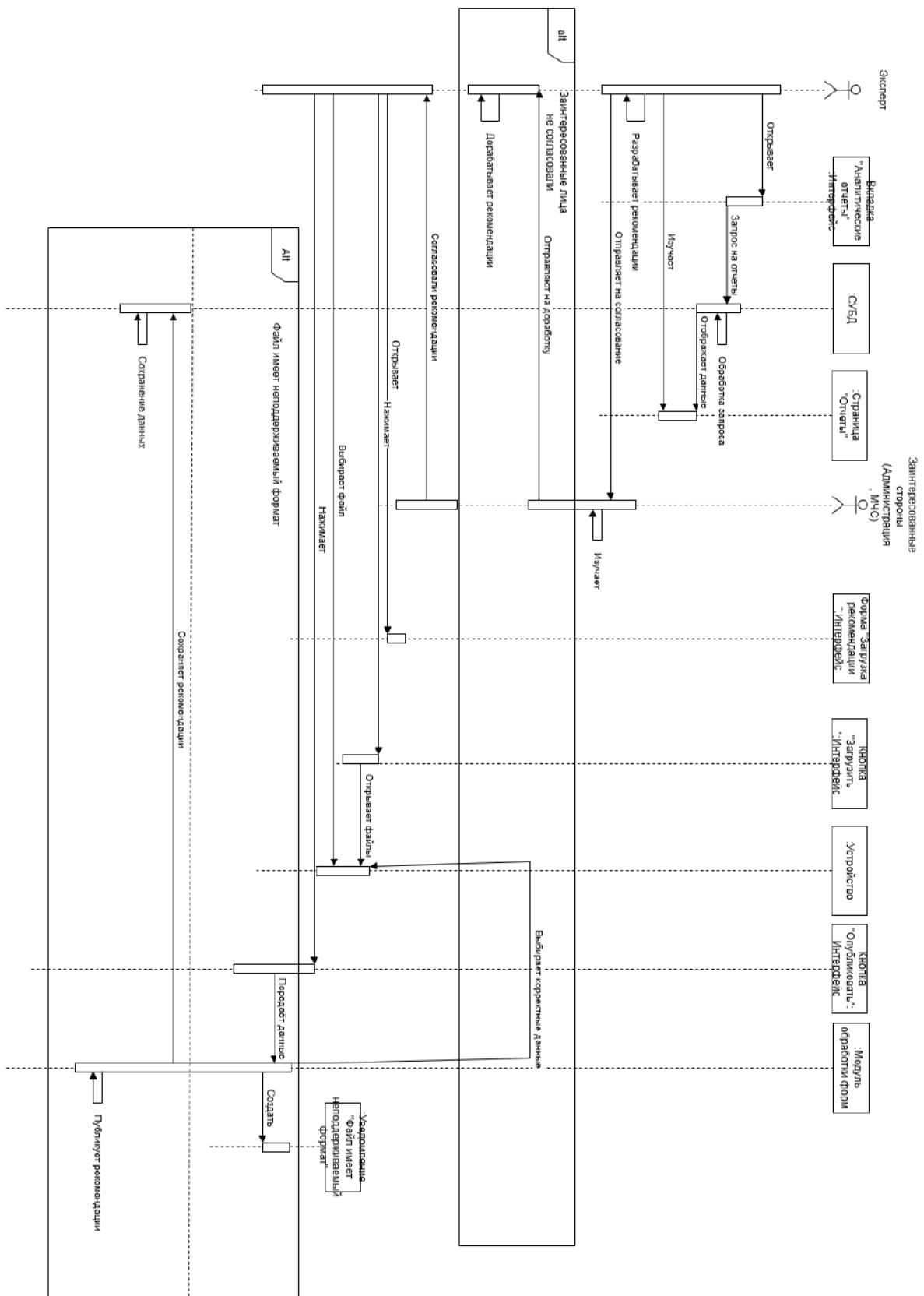


Рисунок Б.12 - Диаграмма последовательности «Разработка рекомендаций по снижению рисков»

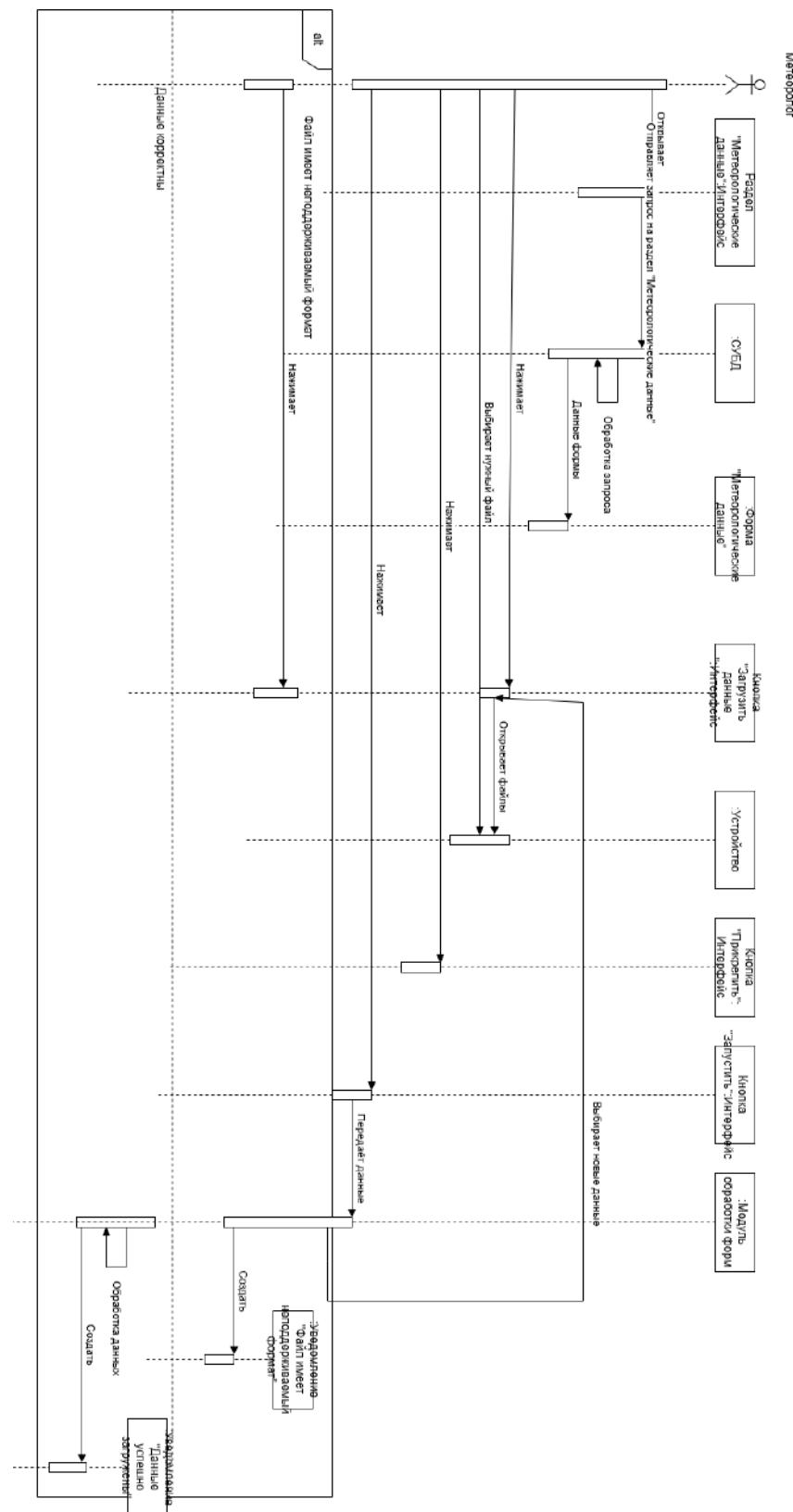


Рисунок Б.13 - Диаграмма последовательности «Добавление данных о метеорологических условиях в регионе»

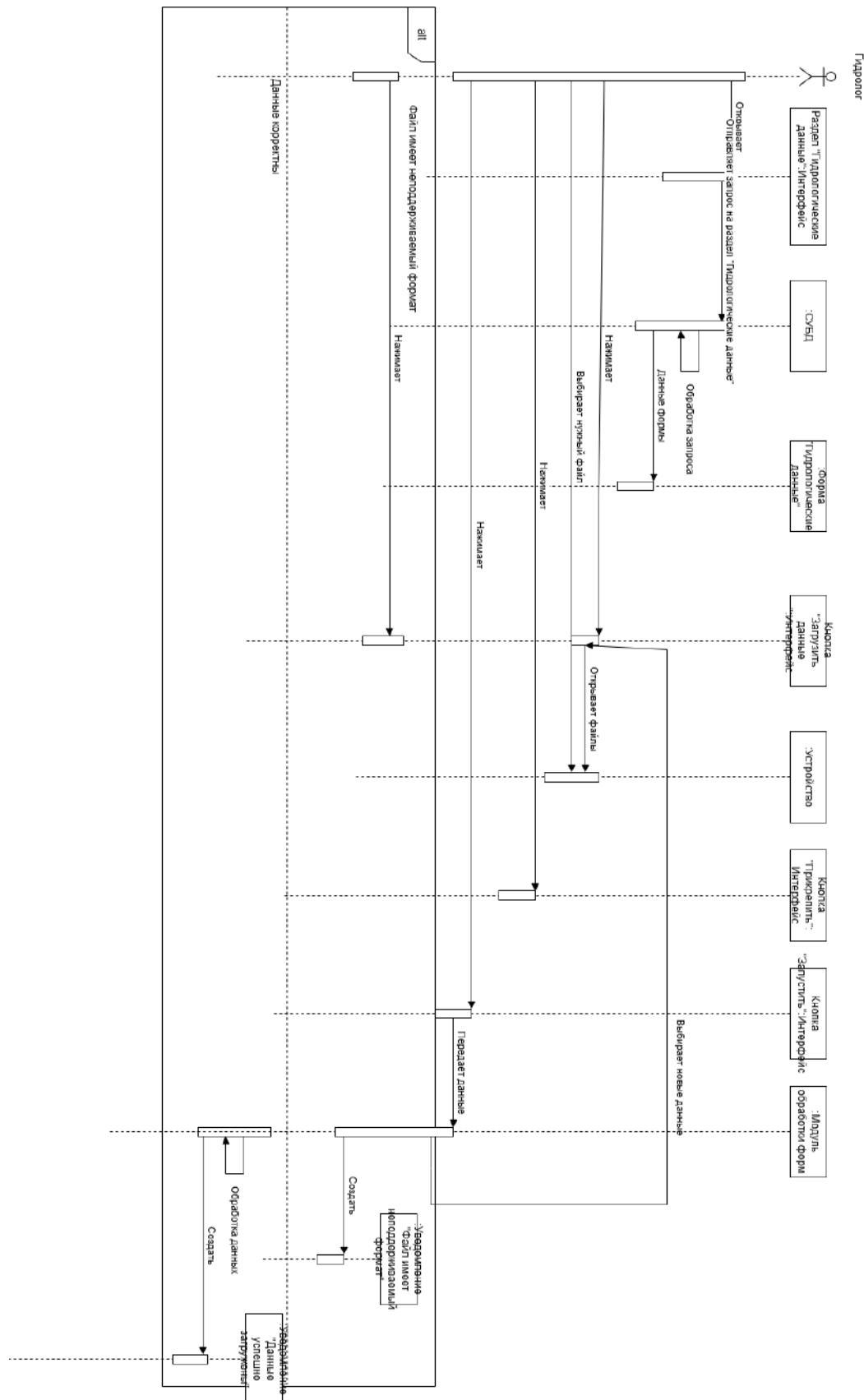


Рисунок Б.14 - Диаграмма последовательности «Добавление данных о гидрологическом состоянии реки Кубань»

ПРИЛОЖЕНИЕ В Схемы бизнес-процессов

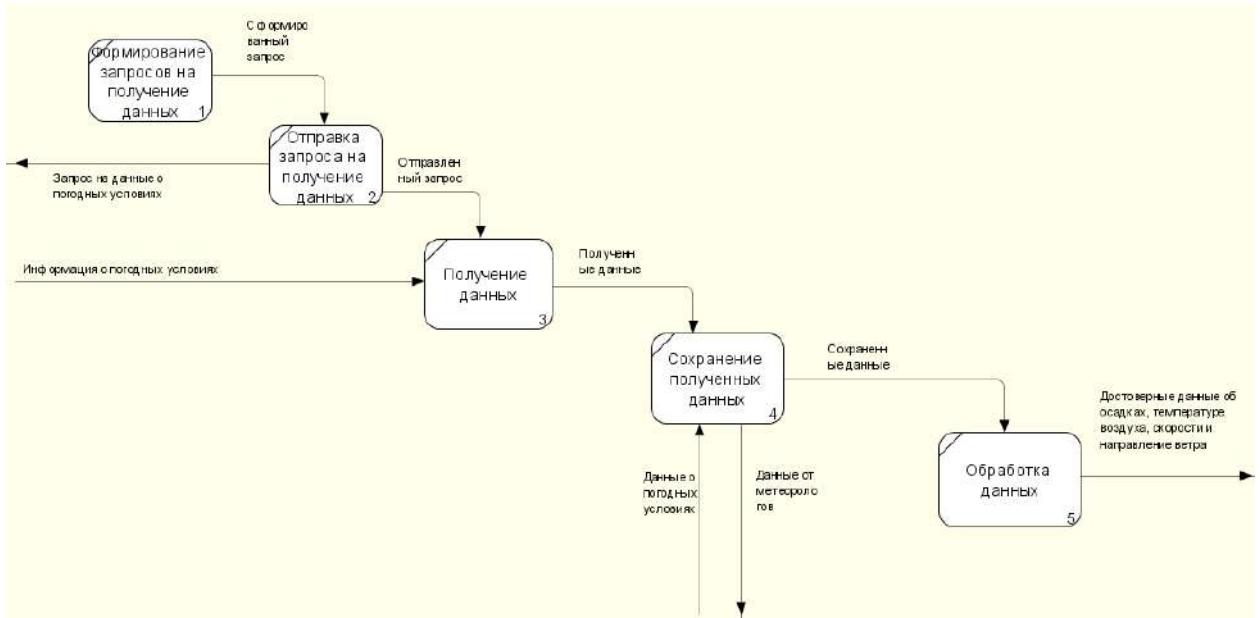


Рисунок В.1 Декомпозиция процесса «Сбор данных от метеорологических станций»

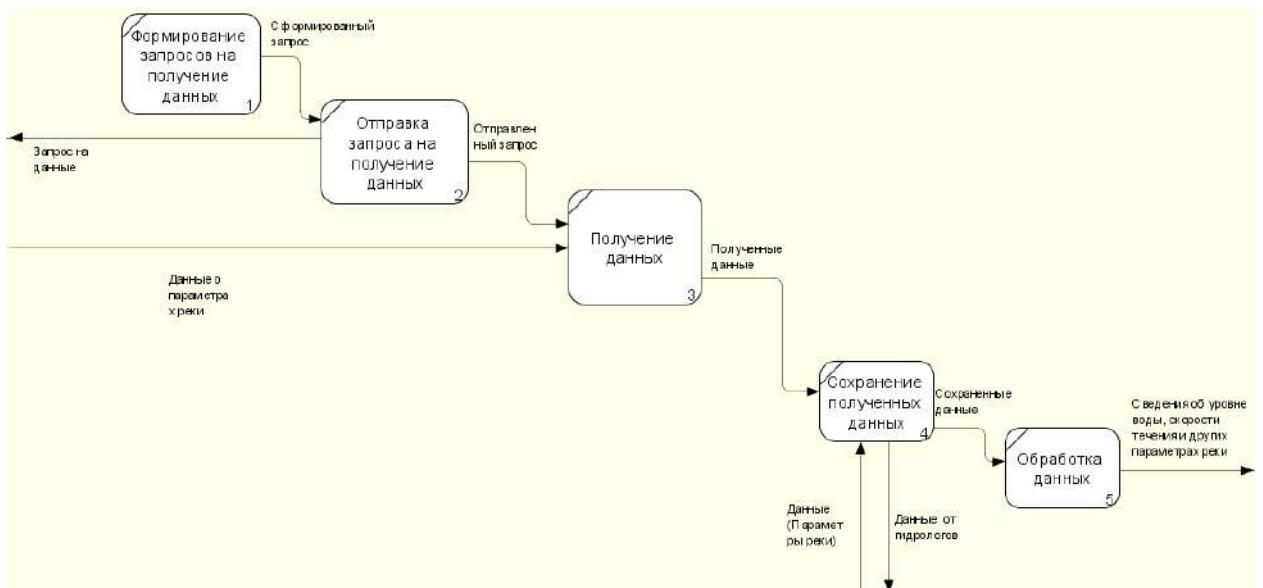


Рисунок В.2 Декомпозиция процесса «Сбор данных с гидрологических станций»

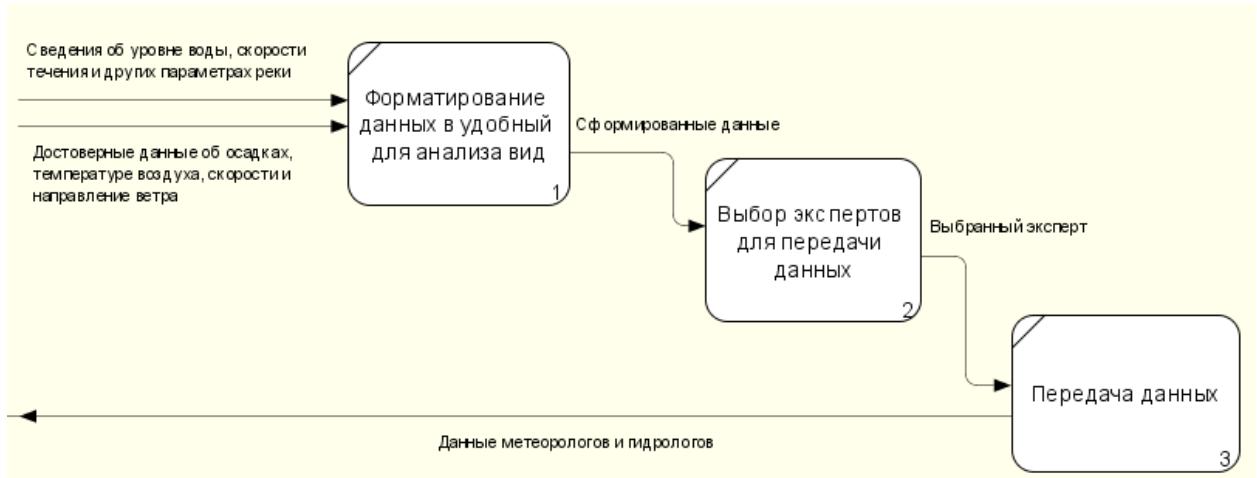


Рисунок В.3 Декомпозиция процесса «Передача результатов сбора данных экспертом на анализ»

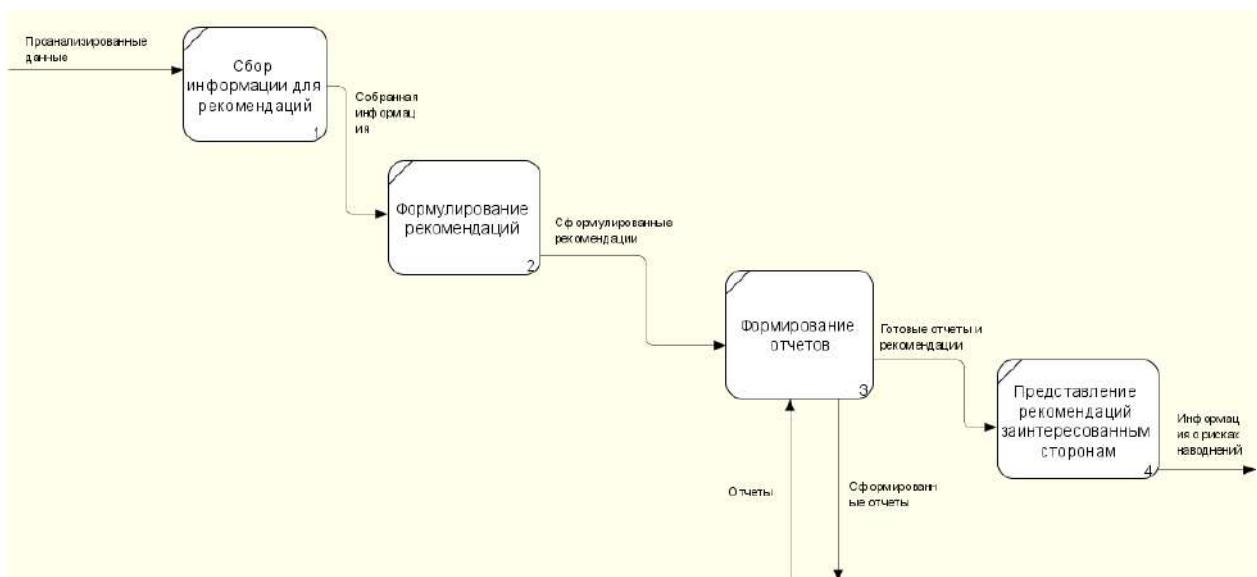


Рисунок В.4 Декомпозиция процесса «Подготовка отчётов и рекомендаций»

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Макет приложения

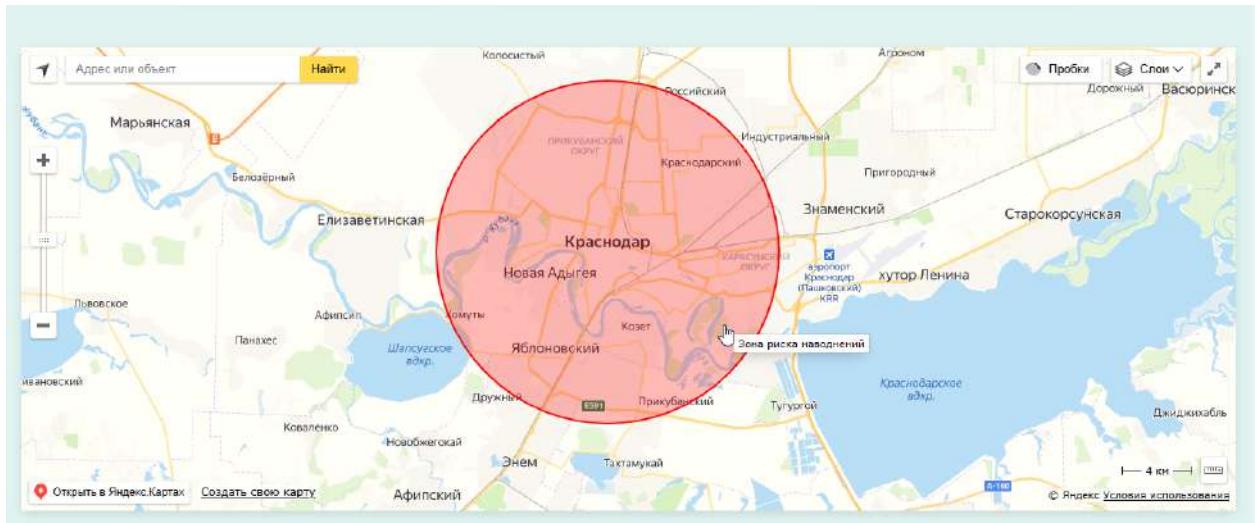


Рисунок Г.1 - Макет «Главная страница», зона риска наводнения на карте

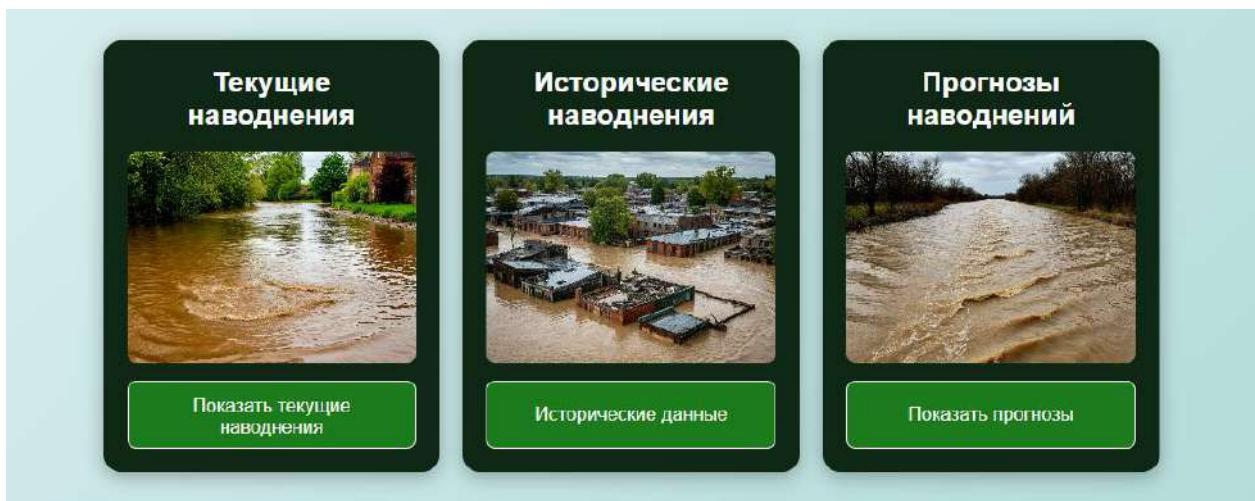


Рисунок Г.2 - Макет «Главная страница», навигационные разделы



Рисунок Г.3 - Макет «Аналитический раздел»