

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
(РГГМУ)

Институт Информационных систем и геотехнологий  
**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**На тему «Разработка локальной геоинформационной системы прохождения  
лабиринта для службы МЧС»**

**Исполнитель** \_\_\_\_\_ **Казаков Джемшит**  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель** \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

**«К защите допускаю»**  
**Заведующий кафедрой** \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Санкт–Петербург

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Обоснование необходимости внедрения информационной системы.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Специализированная ГИС, решающая основные задачи структур МЧС России. Анализы SWOT, VCM, ISA разрабатываемой системы.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Структура построения разрабатываемой ГИС.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Анализ геоинформационной системы прохождения лабиринтов для службы МЧС России .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Функциональное проектирование. Построение моделей предметной области. ...</b>	<b>15</b>
<b>3. Разработка геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1. Реализация базы данных для геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Проектирование интерфейса информационной системы .....</b>	<b>42</b>
<b>4. Расчет надежности для локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Расчет надежности .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2. Этапы разработки локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС .....</b>	<b>56</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>57</b>
<b>Список используемых источников .....</b>	<b>58</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире не уменьшается число пожаров в зданиях и сооружениях различного назначения. Последствия пожаров в учреждениях показывают, что обеспечение безопасности людей в первую очередь зависит от своевременно принятого решения ликвидации чрезвычайной ситуации (ЧС).

Защита и обеспечение безопасности граждан и общества в целом является важнейшей задачей государства. Опасность возникновения ЧС носит комплексный характер. Поэтому оперативное создание и использование комплексного картографического обеспечения, которое основано на современных технологиях в области информатики, необходимо для эффективной защиты населения и территорий от ЧС.

Геоинформационные технологии (ГИС-технологии) нашли широкое применение как в области решения задач картографического обеспечения различных отраслей экономики, так и в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера.

Внедрение геоинформационных систем (ГИС) в оперативную деятельность МЧС России облегчило задачу объединяя в одну «картину» различных данных, распределенных во времени и пространстве.

ГИС совместно с применяемыми приложениями по оценке последствий возможных или уже возникших ЧС имеет широкие возможности по сбору, обработке и анализу складывающейся обстановки. Такая ГИС – гибкий и мощный инструмент, который служит поддержкой быстрого принятия решений службами МЧС России. Функционал ГИС в области предупреждения и ликвидации ЧС представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Функционал ГИС в области предупреждения и ликвидации ЧС.

Все программы должны быть направлены на повышение качества принятия решений по обеспечению пожарной, радиационной, промышленной, химической и т.д. безопасности.

В данной работе поставлена цель – разработка локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для эффективного управления пожарно-спасательными силами МЧС.

Для достижения поставленной цели в выпускной квалификационной работе, необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ предметной области;
- 2) спроектировать структуру информационной системы;
- 3) спроектировать структуру базы данных;
- 4) выполнить программную реализацию информационной системы.

Разрабатываемая информационная система (ИС) предназначена для обеспечения информационной поддержки деятельности управления пожарно-спасательными силами.

Для решения поставленных задач применены следующие методы и технологии:

- 1 Для анализа и моделирования процессов, нотации IDEF;
- 2 Анализ информационных систем аналогичного назначения, для формирования требований к программному обеспечению (ПО);

В качестве вспомогательного программного обеспечения в работе был применен пакет программ Microsoft Office.

Для реализации программного обеспечения и формирования базы данных локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС использованы:

- 1 Компилируемый, статически типизированный язык программирования C++;
- 2 Кроссплатформенный инструментарий разработки программного обеспечения (ПО) – «Qt»;
- 3 Встраиваемая база данных – Microsoft Access 2010;
- 4 Интерфейс программирования приложений-карт – «QGIS 3.22»

Результатами представленной ВКР являются:

- 1 Разработана методология программы локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС, а также модели её описывающие.
- 2 Расчет надежности информационной системы.

# **1. Способы и методы построения геоинформационной системы прохождения лабиринтов для службы МЧС России.**

## **1.1. Обоснование необходимости внедрения информационной системы.**

В работе организаций повседневного управления (ОПУ) РСЧС эффективно используются разработанные в большом количестве различные типы ИС: геоинформация, модели разработки сценариев ЧС, системы поддержки принятия решений, аналитические системы, информация и отчетность и т.п. Успешное применение ИС и ресурсов для реагирования на ЧС – это положительный опыт использования информационного общества. Полученная информация была интегрирована в автоматизированные системы Национальным центром управления в кризисных ситуациях, что вывело на новый уровень обмена информацией и способствовало ускорению совместных действий, скоординированных и взаимосвязанных по цели, задачам, масштабам и методам реализации для прогнозирования, предотвращения и реагирования на ЧС.

Крупные пожары в зданиях наносят огромный ущерб государству и представляют большую опасность для сотрудников службы МЧС при тушении пожаров в зданиях и сооружениях.

Повышение эффективности пожаротушения на объектах достигается улучшением управления пожарными подразделениями. От своевременного поступления необходимой для принятия решений информации существенно зависит качество управления. Существующие системы дистанционного пожарного мониторинга предоставляют службам МЧС объективную информацию о динамике развития пожара в здании. Однако существующие стандартизированные процедуры принятия решений не позволяют достаточно полно применять эту информацию в управленческом процессе.

Работа подразделений МЧС России основывается на различных автоматизированных ИС:

- автоматизированные информационные системы оценки пожарного риска;
- автоматизированные системы принятия решений;
- системы экологического мониторинга

На рисунке 2 изображены части геоинформационной системы «Лабиринтный проезд».

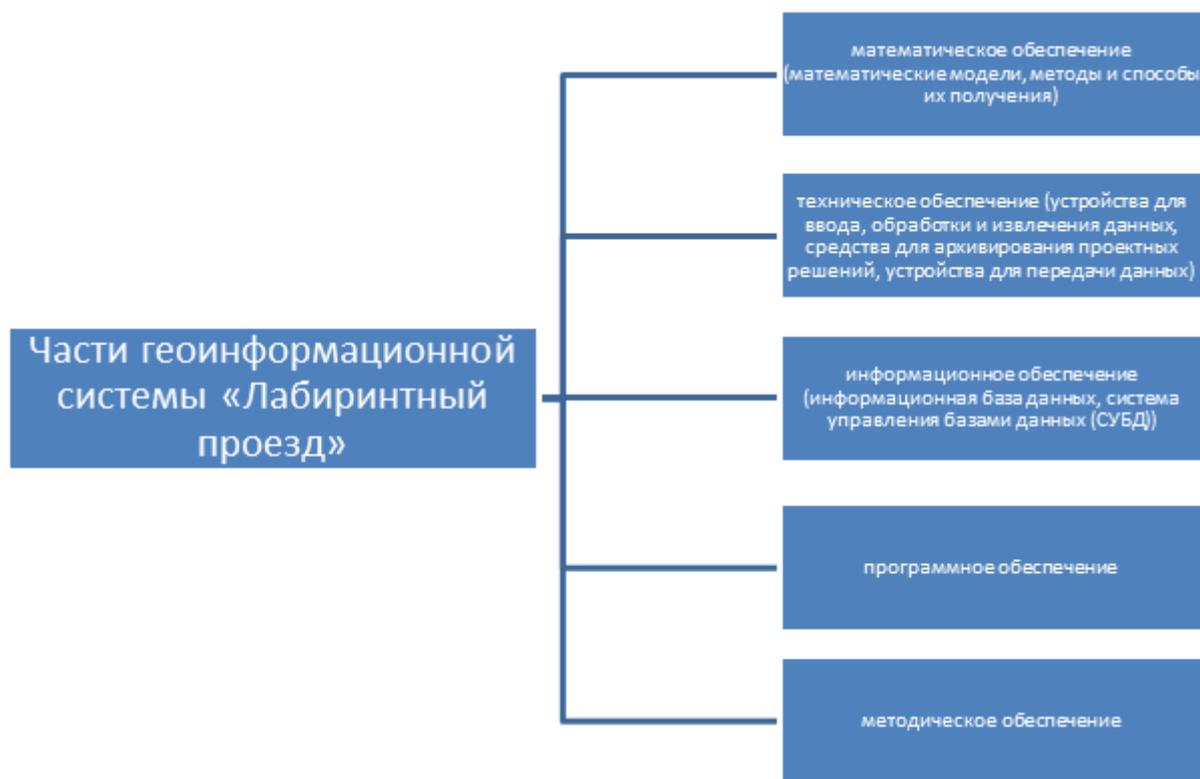


Рисунок 2 – Части ГИС «Лабиринтный проезд»

### **1.2. Специализированная ГИС, решающая основные задачи структур МЧС России. Анализы SWOT, VCM, ISA разрабатываемой системы.**

Более 140 ИС используются органами повседневного управления МЧС России.

ОДС ОПУ МЧС России данными о параметрах технических систем объектов, а также информацией об инцидентах, авариях, пожарах и террористических актах на объекте. Обеспечивает структурированная

информационная система мониторинга и управления техническими системами зданий и сооружений (СМИС).

В МЧС России действует система мониторинга транспортных (СМТ) средств, которая автоматизирует работу пожарных подразделений и дежурных караулов на территориальном уровне по реагированию на сообщения о ЧС.

Разрабатываемая ГИС прохождения лабиринта для нужд МЧС России даст возможность решить ряд задач, описанных на рисунке 3.



Рисунок 3 – Задачи, решаемые разрабатываемой, ГИС.

Объект предназначен для немедленной обработки вызовов.

Проект основывается на оперативной системе кризисного управления, которая включает геоинформационную подсистему. Применяя данный проект, сотрудники МЧС могут видеть, где находится чрезвычайная ситуация, как покрыта территория, где расположены потенциально опасные объекты, где расположены силы и какие ресурсы находятся в постоянной готовности.

Геоинформационная система разработана с использованием геоинформационного программного обеспечения QGIS. Для функциональной работы ГИС используются снимки искусственных спутников, сканированные

картографические материалы, цифровые модели рельефа и 3D-изображения. Оперативная обстановка по ЧС, ледовые данные, сведения о пожарах и лавинные ситуации, а также силы и средства постоянной готовности могут быть наложена на карты ГИС. С помощью этих карт возможно создание отчетных документов, ведение которых продолжается в течение всей программы.

Реперные системы, которые составляют геометрическую основу ГИС, разрабатываются для непрерывного сбора информации о ЧС в режиме реального времени. Что способствует мгновенной передаче в оперативные подразделения пожарной охраны через центр обработки информации с ИСЗ о возникшем пожаре, как на стационарных объектах населенных пунктов, так и на движущихся транспортных объектах.

Использование геоинформационной системы значительно сократит время между обнаружением пожара и прибытием пожарной охраны МЧС на место чрезвычайного происшествия.

### 1.3. Структура построения разрабатываемой ГИС

На рисунке 4 показана структурно-функциональная схема выбора системы управления пожарными рисками.

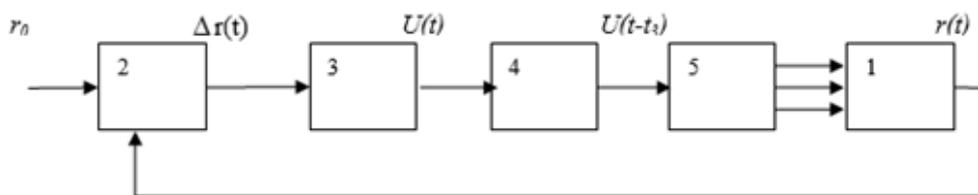


Рисунок 4 - Схема системы управления пожарными рисками

где 1 – звено анализа, 2 – звено сравнения, 3 – звено преобразования, 4 – звено запаздывания, 5 – объект управления (промышленная компания).

Оценка текущей стоимости индивидуального риска  $r(t)$  является контролируемой стоимостью.

Ситуация с пожарным риском на объекте и оценка величины индивидуального риска в соответствии с заданными характеристиками анализируется в «звене анализа». Характеристики способствующие повышению стоимости индивидуального риска:

- количество отказов и неисправностей отдельных единиц оборудования и их увеличение;
- применение на оборудовании, израсходовавшем большие ресурсы, высокоскоростных и высокоинтенсивных операций.

Сравнение текущего значения оценки индивидуального риска  $r(t)$  с нормативным значением  $r_0$  производится в «звене сравнения». Увеличение индивидуального риска по отношению к нормативному значению рассчитывается по формуле (1).

$$\Delta r(t) = r(t) - r_0 \quad (1)$$

На снижение индивидуального риска направлены меры контроля  $U(t)$ . Для их формулировки в «звене преобразования» используется значение прироста  $\Delta r(t)$ .

Изменение режима работы оборудования на менее интенсивный или даже его отключение, при необходимости, эффективно для мер контроля.

Допустим, что величина влияния  $U(t)$  связана с текущим увеличением индивидуального риска линейной зависимостью:

$$U(t) = k \cdot r(t) \quad (2)$$

Задержка в эволюции мер управления вызывается в «звене задержки»:

$$t_3 = t_{ан} + t_p, \quad (3),$$

где  $t_3$  – время задержки управляющего воздействия;

$t_{ан}$  – время для анализа информации в «звене анализа»;

$t_p$  – время для принятия решения о типе контрольного действия, которое необходимо предпринять.

Уравнение системы управления пожарным риском для динамики индивидуального риска имеет вид:

$$\frac{dr(t)}{dt} + ar(t) = f(t) + u(t - t_3), \quad (4)$$

После анализа существующих информационных систем можно сделать вывод, что до сих пор не создана универсальная система, способная в полной мере помочь начальнику пожарной части (далее в тексте РТП) на объектах, охваченных пожаром. В связи с чем возникла необходимость в разработке системы, которая позволила бы помочь РТП в выполнении координационных функций и согласовании решения по организации совместных действий на месте пожара.

Рассмотрим несколько решений задач, изображенных на рисунке 5, которые были предъявлены к разрабатываемым системам такого формата.



Рисунок 5 – Способы решения задач, поставленных перед системой.

На рисунке 6 изображено несколько функций и модулей, вводимых в систему.

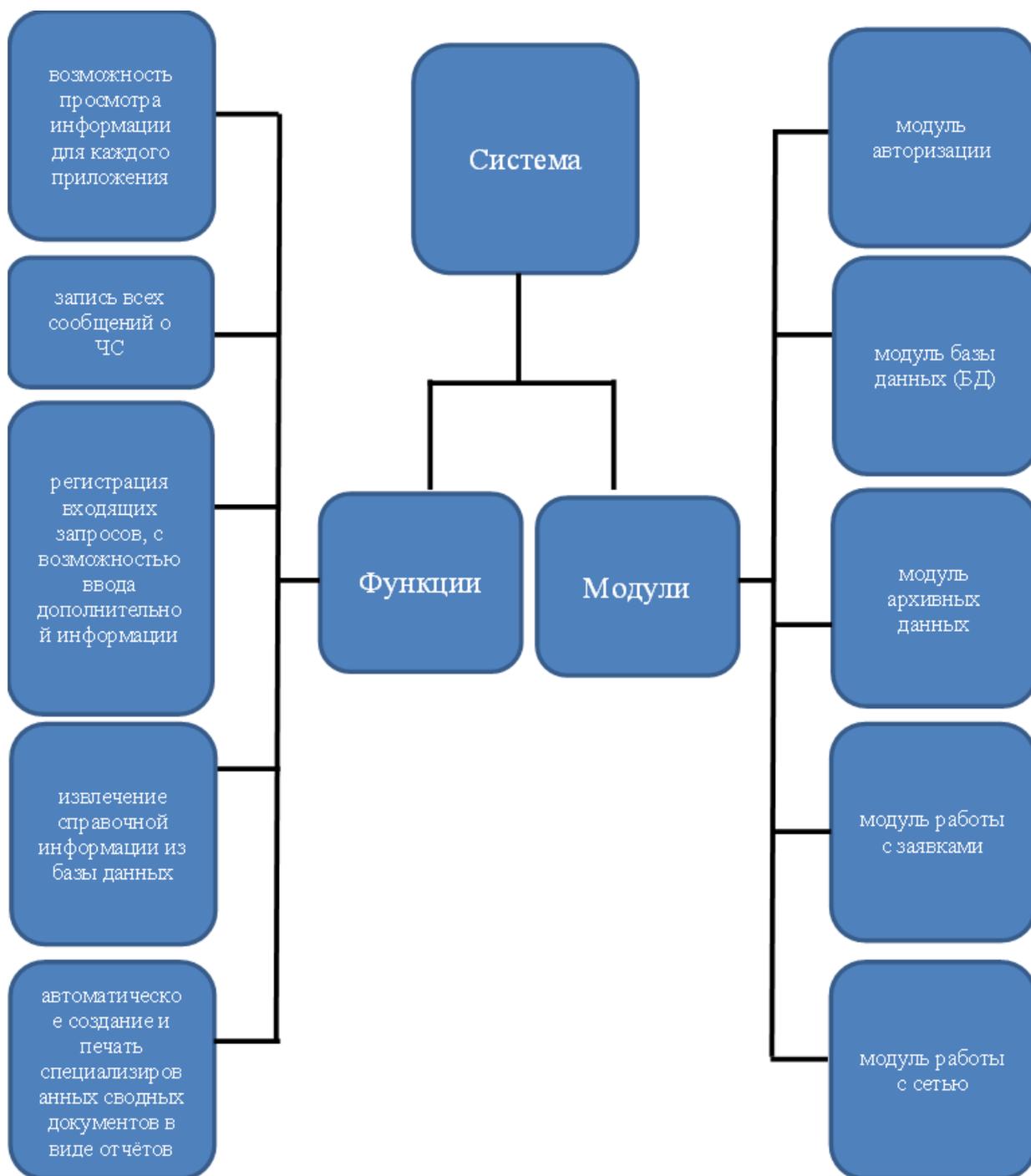


Рисунок 6 – Функции и модули системы

Рассмотрим применяемые модули системы. Для определения пользовательского права на разрешение или запрет доступа к информации применяется модуль управления – *модуль авторизации*. В разрабатываемой ГИС данный модуль выполняет функции:

– регистрация, которая включает в себя процедуры идентификации и аутентификации. При каждом вводе пароля выполняются данные процедуры.

Результатом процедур является предоставление или отказ пользователю в доступе к ресурсам системы;

– аутентификация, предназначена для проверки права доступа пользователя к ресурсам.

Каждому пользователю системы предоставляется возможность добавлять, изменять или удалять информацию в соответствии с правами, выданными администратором системы. Для этого разработан *модуль базы данных*.

Функция защиты информации от потери данных и отказа оборудования лежит на *модуле архивации данных*. На администратора системы возлагается ответственность за архивацию и хранение файлов в безопасном месте.

Применяемые в разрабатываемой системе типы архивирования документов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Типы архивирования.

Тип архивирования	Описание
Полное архивирование	Архивирование, не зависящее от значения атрибута архив. По завершению процесса архивирования происходит сброс атрибута архив. В ходе работы, атрибут archive, включается при изменении файла.
Архивирование копий	Архивирование файлов происходит независимо от значения атрибута archive. Это дает возможность выполнять иной тип архивирования, так как атрибут архива не изменен.
Архивирование различий	Уже на архивированные файлы, которые были изменены после последнего архивирования, создаются архивные копии данных файлов. На изменение файла указывает присутствие атрибута archive, который не изменяется. Таким

Тип архивирования	Описание
	образом, можно выполнить архивирование другого типа.
Дальнейшее архивирование	При изменении архивных файлов с момента обычного/аддитивного архивирования, создает их копии. Архивируются только файлы с атрибутом архивного файла, который указывает на изменение файла и что файл должен быть заархивирован. Сброс атрибута архив выполняется после архивации файлов.
Ежедневное архивирование	Атрибуты архивации файлов не изменяются и происходит сохранение файлов, изменявшиеся за последние 24 часа. Так же возможно создать полное еженедельное, дифференциальное и инкрементное архивирование, а при необходимости архивировать файлы, создающиеся не регулярно (расширенный набор архивирования для ежемесячной и ежеквартальной архивации), Отсутствие файла или источника данных может обнаружиться через достаточно большой промежуток времени. При архивации файлов, создающихся на нерегулярной основе, может возникнуть необходимость извлечения устаревших данных

Вся информация по поступающим заявкам (дата, адрес и описание объекта) в ИС по ЧС обрабатывается и отображается в *модуле работы с заявками*.

Модуль представляет собой интуитивно понятную рабочую область для операторов и дежурных службы.

## 2. Анализ геоинформационной системы прохождения лабиринтов для службы МЧС России

### 2.1. Функциональное проектирование. Построение моделей предметной области.

*Методология IDEF0.*

Целью функциональной методологии IDEF0 является создание функциональной схемы для исследуемой системы, которая описывает все необходимые процессы с достаточной точностью для моделирования работы системы без двусмысленностей.

Методология основана на четырех ключевых концепциях. Первая из которых – это концепция функционального блока. Графически функциональный блок изображается в виде прямоугольника и представляет собой конкретную функцию рассматриваемой ИС. Каждый функциональный блок имеет название, формулировка которого должна быть в направлении глагола.

На рисунке 7 приведен функциональный блок-системы, каждая сторона которого имеет определенное назначение согласно требованиям стандарта.



Рисунок 7 – Функциональный блок.

Метод IDEF0 преследует цель построения функциональной модели разрабатываемой системы, которая описывает все процессы, необходимые для моделирования работы системы с достаточно высокой точностью. На основе анализа работы дежурных и диспетчеров была построена функциональная модель, которая описывает текущую деятельность организации. Первым шагом является создание каркасной диаграммы, представляющей собой наиболее общее описание системы. Перед тем как построить каркасную диаграмму нужно провести анализ внешних событий, которые влияют на работу диспетчерской МЧС.

В таблице 2 приведены данные контекстной диаграммы

Таблица 2 – Данные контекстной диаграммы

Параметры данных	Вид данных
изменения в расписании информация о ЧС	Входные данные
Документы график дежурств	Выходные данные
инструкция на ЧС нормативные акты	Управляющие данные
Руководство главный диспетчерский пункт МЧС	Механизмы

Рисунок 8 показывает контекстную диаграмму работы диспетчерского пункта МЧС.

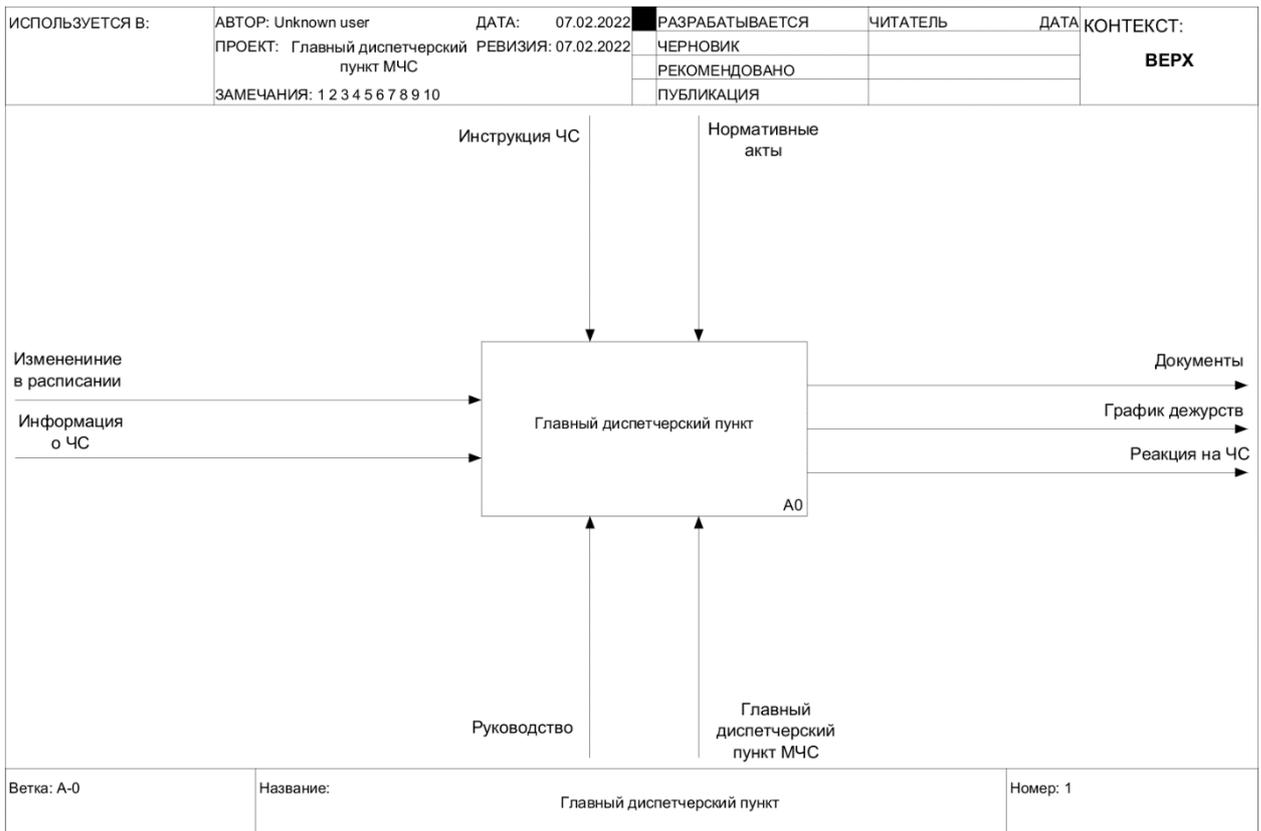


Рисунок 8 – Контекстная диаграмма работы диспетчерского пункта МЧС.

Следующим этапом после выполненного построения контекстной диаграммы (рисунок 10), проводится декомпозиция основного процесса, подпроцессы декомпозиции основного процесса изображены на рисунке 9.



Рисунок 9 – Подпроцессы декомпозиции контекстной диаграммы работы диспетчерского пункта МЧС.

В таблице 3 приведены данные декомпозиции контекстной диаграммы работы диспетчерского пункта МЧС.

Таблица 3 – Данные декомпозиции контекстной диаграммы работы диспетчерского пункта МЧС.

Пользователь	Входные данные	Выходные данные
Диспетчер	изменения в расписании	Документы
Дежурный	информация о ЧС	сообщение о ЧС реакция на ЧС
Оператор	изменения в расписании сообщения о ЧС	график дежурств
Управляющие данные		инструкция на ЧС нормативные акты
Данные работы механизма		Руководство главный диспетчерский пункт МЧС

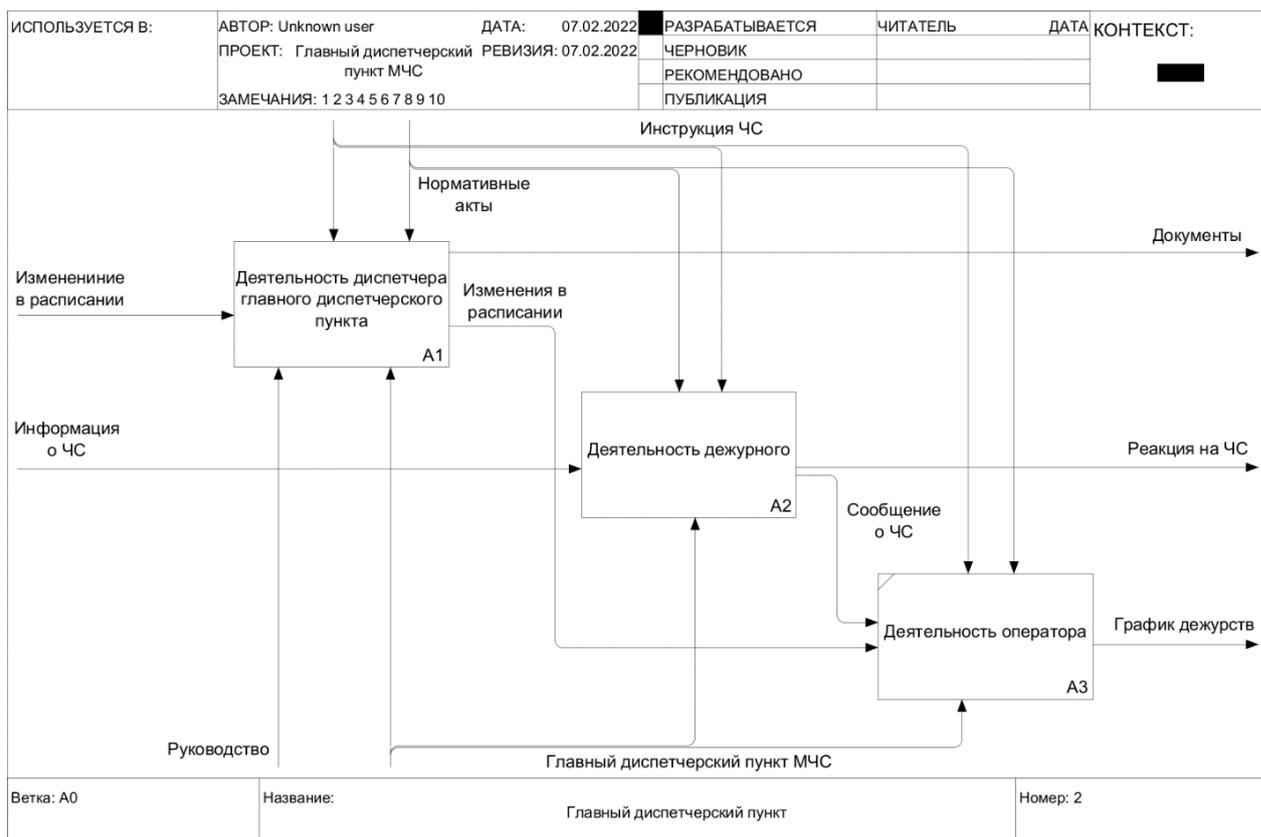


Рисунок 10 – Декомпозиция контекстной диаграммы, функциональная модель IDEF0.

В таблице 4 описано разделение на три блока Работы диспетчера главного диспетчерского пункта (рисунок 10).

Таблица 4 – Описание разделения на три блока Работы диспетчера главного диспетчерского пункта.

Блок разделения	Входные данные	Выходные данные
Просмотр и редактирование карт, документов	Инструкции ЧС Изменение в расписании Главный диспетчерский пункт МЧС Нормативные акты	Документы Изменение в расписании
Составление графиков дежурств руководства и в	Штатное расписание Нормативные акты Главный диспетчерский пункт МЧС	Печать документов

Блок разделения	Входные данные	Выходные данные
деятельности диспетчерского пункта		
Составление и направление сообщений Операторам и Дежурному	Информация о ЧС Главный диспетчерский пункт МЧС Нормативные документы Руководство	Печать документов Реакция на ЧС
	Управляющие данные	Инструкция ЧС Нормативные акты
	Механизмы	Главный диспетчерский пункт МЧС руководство

Деятельность диспетчера главного диспетчерского пункта отображена в виде контекстной диаграммы на рисунке 11.

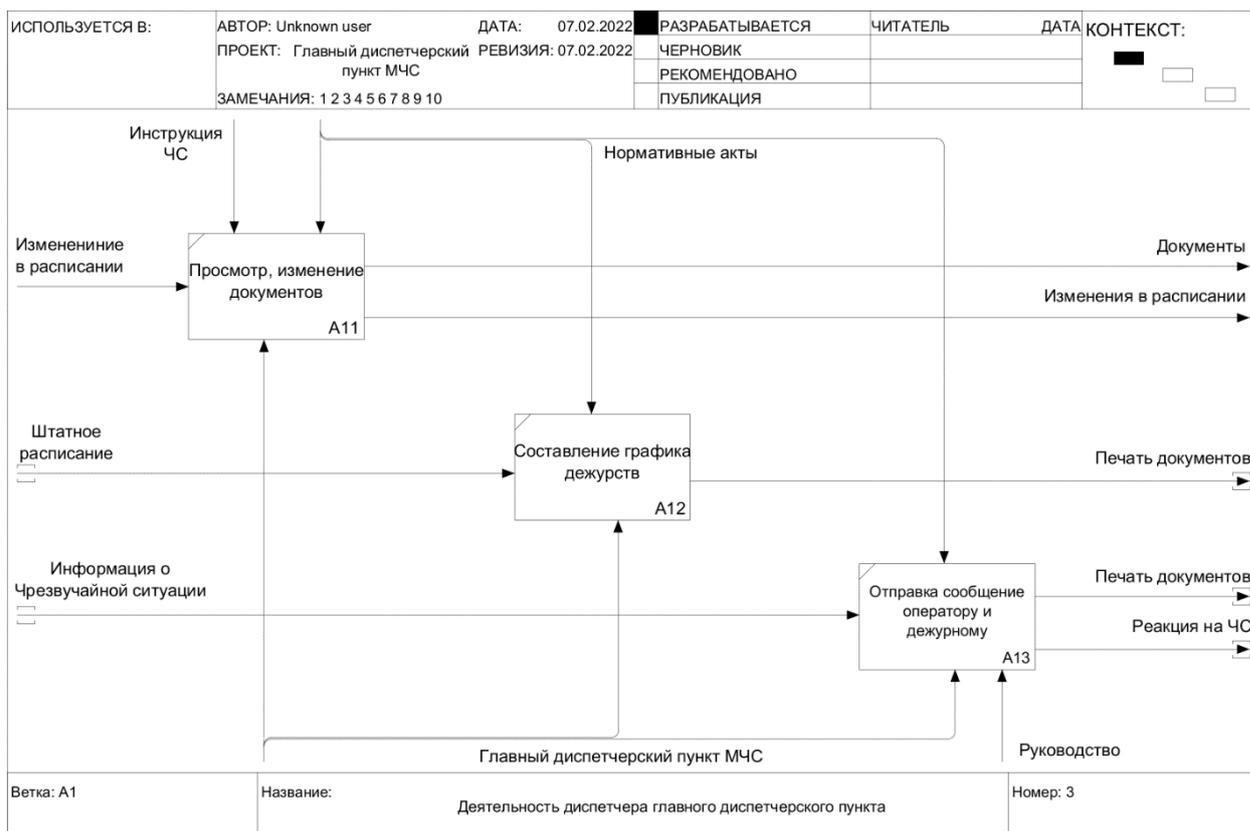


Рисунок 11 – Деятельность диспетчера главного диспетчерского пункта.

В таблице 5 описано разделение на блоки Деятельности Дежурного (рисунок 12).

Таблица 5 – Разделение на блоки Деятельности Дежурного.

Блок разделения	Входные данные	Выходные данные
реакция на ЧС	Информация о ЧС Инструкция ЧС Главный диспетчерский пункт МЧС	Реакция на ЧС Сообщение о ЧС
печать документов	Документы Нормативные акты Главный диспетчерский пункт МЧС	Напечатанный документ

Реакция на ЧС:

- Инструкция на ЧС;
- Нормативные акты.

## Механизмы:

– главный диспетчерский пункт МЧС.

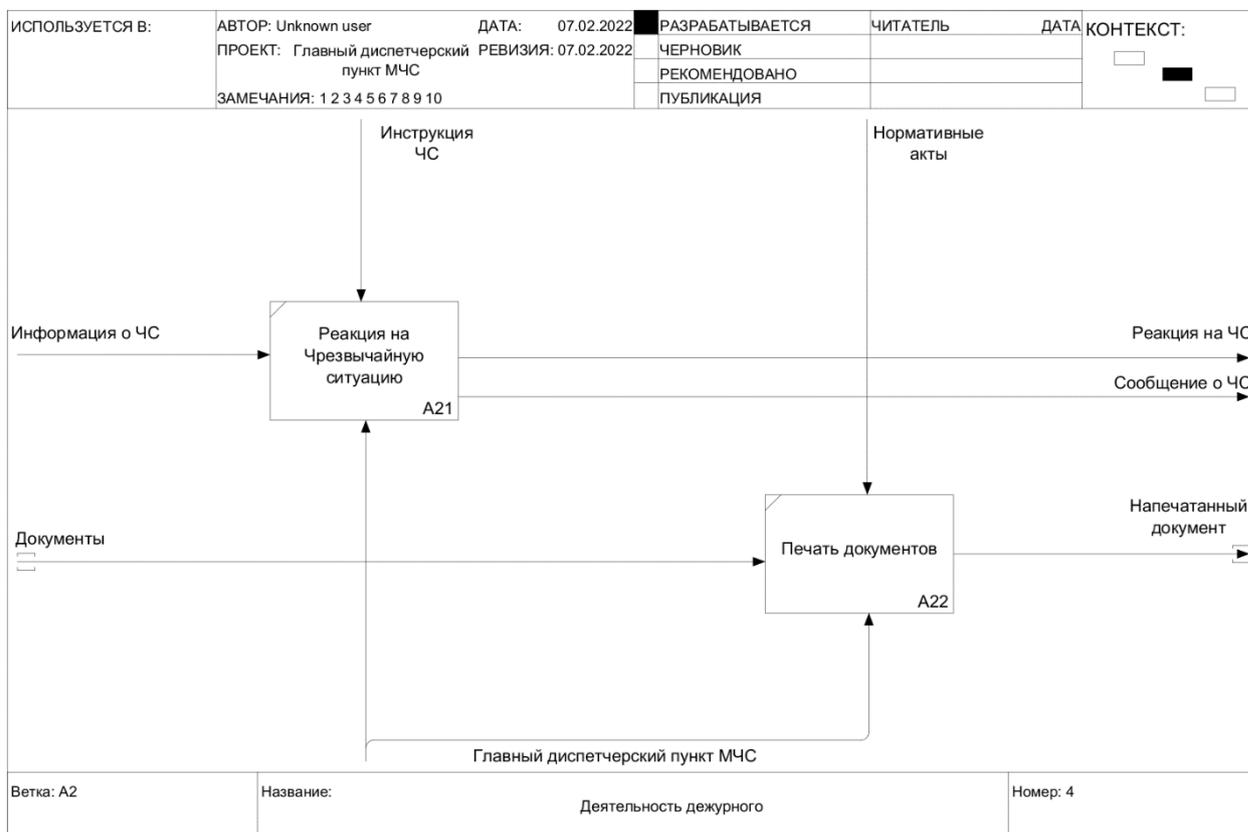


Рисунок 12 – Деятельность дежурного.

### Методология DFD.

Диаграмма потоков данных (Data flow diagramming, DFD) ведет описание потока данных и обработки информации.

На рисунке 13 схема формирования DFD компонентов.



Рисунок 13 – Схема формирования DFD компонентов.

Состав модели системы в нотации DFD включает в себя набор упорядоченных и связанных между собой диаграмм. Модель системы содержит следующие диаграммы:

- декомпозиции;
- каркасная.

Построение функциональной модели с помощью DFD происходит аналогично принципам построения метода IDEF. Каркасная диаграмма показывает связи между системой и внешней средой, и после её построения производится разбиение на основные процессы и подсистемы с помощью построения иерархических диаграмм. Аналогично IDEF0, каждый процесс (подсистема) в диаграмме потоков данных обязательно должен иметь минимум один входной и один выходной поток. Каждое устройство хранения информации имеет один входящий и один исходящий потоки. Разработка каркасной диаграммы служит началом построения рабочей модели DFD. Затем строится диаграмм декомпозиции, которая предназначена только для построения процессов или подсистем.

Построение модели потока данных DFD выполняется по завершению построения функциональной модели IDEF0. Цель метода DataFlowDiagram

(DFD) заключается в построении модели, диаграммы потока данных, которая обеспечивает точное представление выходов для заданного воздействия на вход системы. Данная модель берется за основу при моделировании функциональных требований предполагаемой системы.

В модели «Составление графика дежурств» описаны две внешних сущности:

- список работников службы;
- график дежурств.

В хранилище данных расположена база данных работников службы.

В функциональные обязанности диспетчера главного диспетчерского пункта входит:

- извлечение информации из базы данных сотрудников, когда в службе планируется обслуживание;
- обработка информации;
- составление графика дежурств работников службы (рисунок 14).

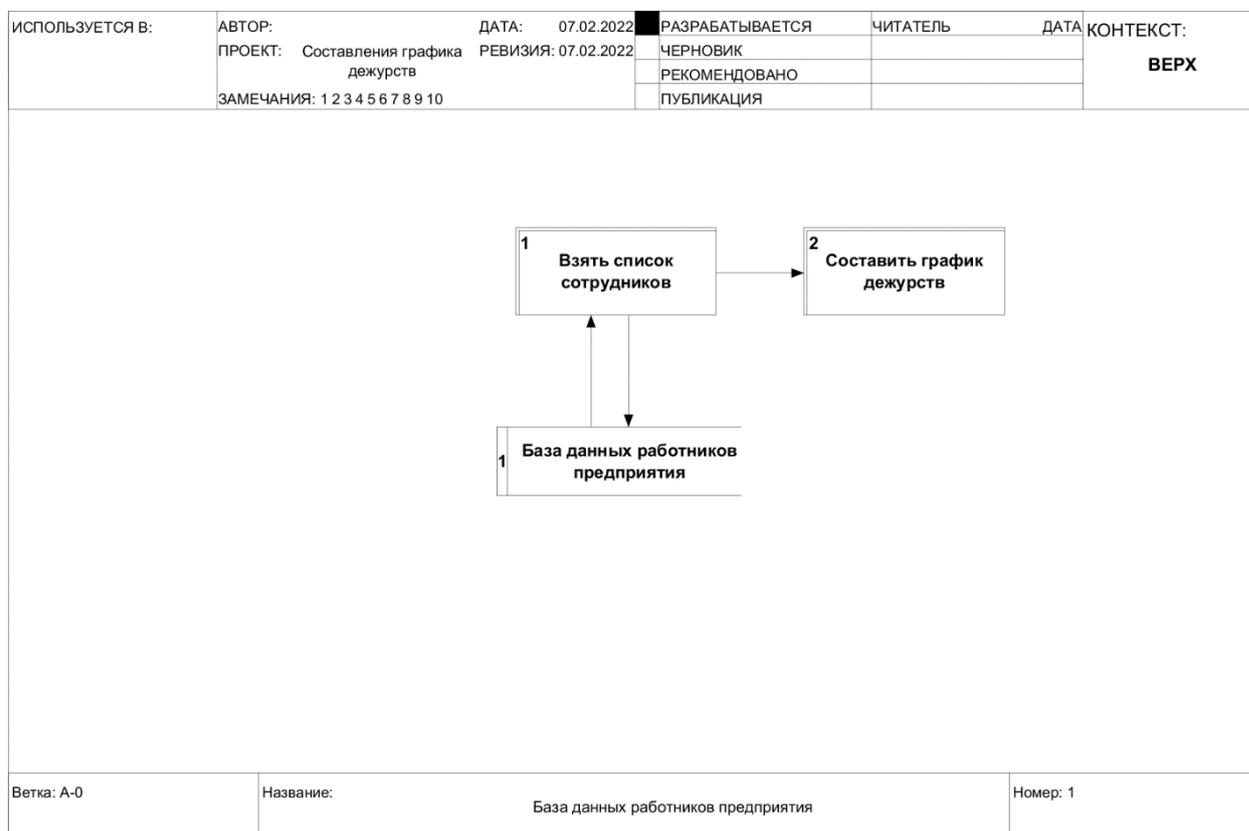


Рисунок 14 – Модель «Составление графика дежурств».

Следующая модель – модель «Передача сообщений» (рисунок 15), которая так же состоит из:

- подготовка сообщения;
- отправка сообщения.

В модели имеется одно хранилище данных – «База данных сотрудников».

Оперативный дежурный извлекает требуемую информацию из хранилища данных. Далее диспетчером готовится сообщение для передачи, и в итоге он отправляет сообщение в адрес Диспетчера и Оператора.



Рисунок 15 – Модель «Отправка сообщения».

В третьей модели – «Редактирование карт и документов» (рисунок 16). присутствует:

- редактирование/корректировка документов;
- модификация/преобразование карт;
- модификация/изменение документов.

В модели имеется два хранилища данных:

- БД справочной информации;
- БД схем площадок;

Смена карт, влечет за собой извлечение информации из базы данных графиков местоположения. При изменении документов, требуемая информация выводится из базы данных справочной информации.

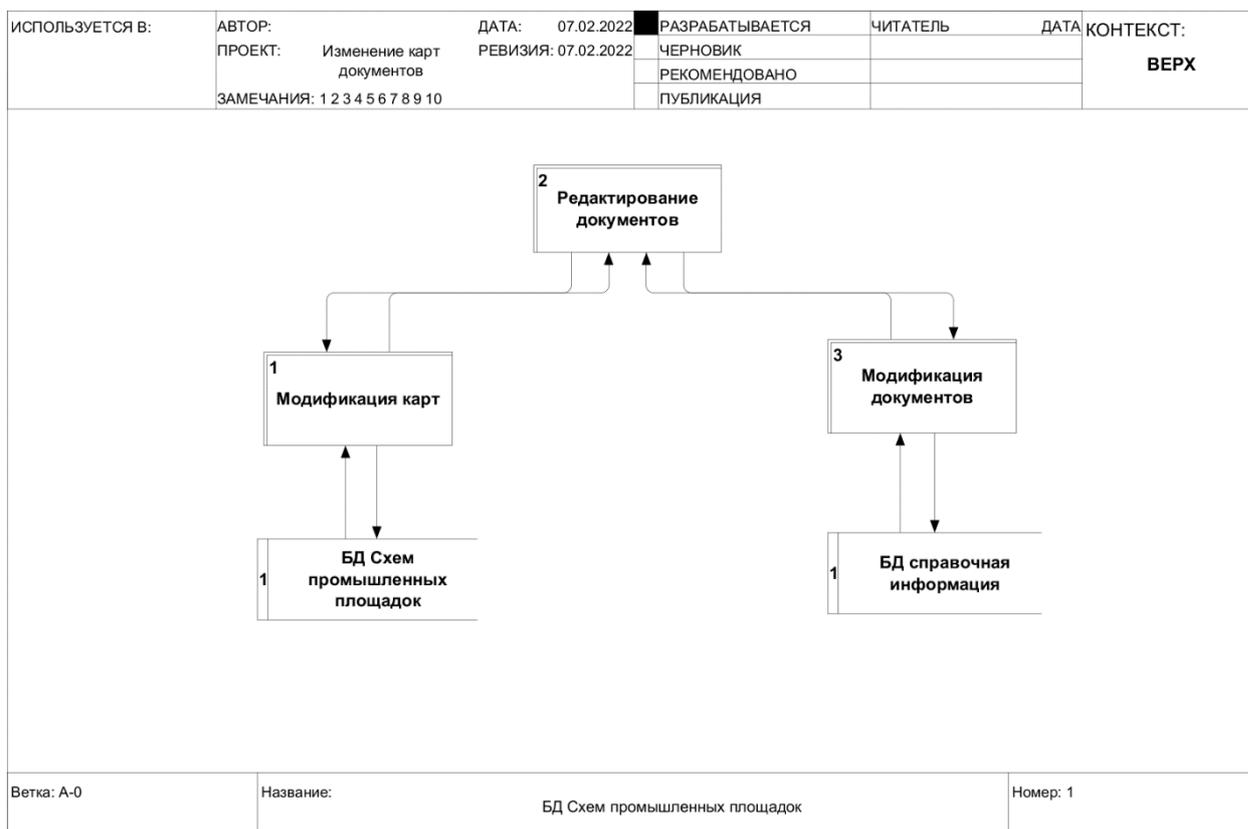


Рисунок 16 –Модуль «Изменение карт и документов».

После того, как выполнено построение двух предыдущих методологий, требуется построить *модель IDEF3*. Методология данной модели представляет собой технику, позволяющую описывать:

- заданную последовательность проходящих процессов,
- участие в одном процессе нескольких объектов.

Частью структурного анализа принято считать технику описания набора данных IDEF3. Данный метод часто используется для создания процедур. IDEF3 является дополнением к IDEF0, она содержит все необходимое для создания моделей, которые в последующем нужны для имитационного

анализа. IDEF3 создается с помощью Erwin Process Models. Каждая задача в IDEF3 описывает сценарий бизнес-процесса и может входить в другую задачу.

Поскольку сценарий описывает область применения и цель модели IDEF3, необходимо назвать действия существительным, указывающим на процесс действия. Перспектива определяется человеком, ответственным за выполнение всего задания. Перспектива и цель модели должны быть задокументированы.

Диаграмма представляет собой описательную единицу IDEF3. Диаграммы оформляются правильно, поскольку применять их в рабочем процессе будут не только авторы проекта, но и другие пользователи.

Построение моделей IDEF3. "Операторская деятельность" (рисунок 17).  
При обработке документов следует придерживаться следующих шагов:

- Выбрать документы для редактирования.
- Выбрать документы для редактирования.
- Повторение предыдущего шага выполняется до тех пор, пока итогом не станет обработанный документ.
- Документ в отредактированном виде.

Построение модели IDEF3 «Просмотр и изменение документов»  
проходит следующие шаги:

1. Определяется, какие документы нуждаются в редактировании.
2. Начинается редактирование документов.

Если редактирование прошло успешно, то в результате имеются готовые документы. В случае если документы не прошли редактирование, процесс повторяется.

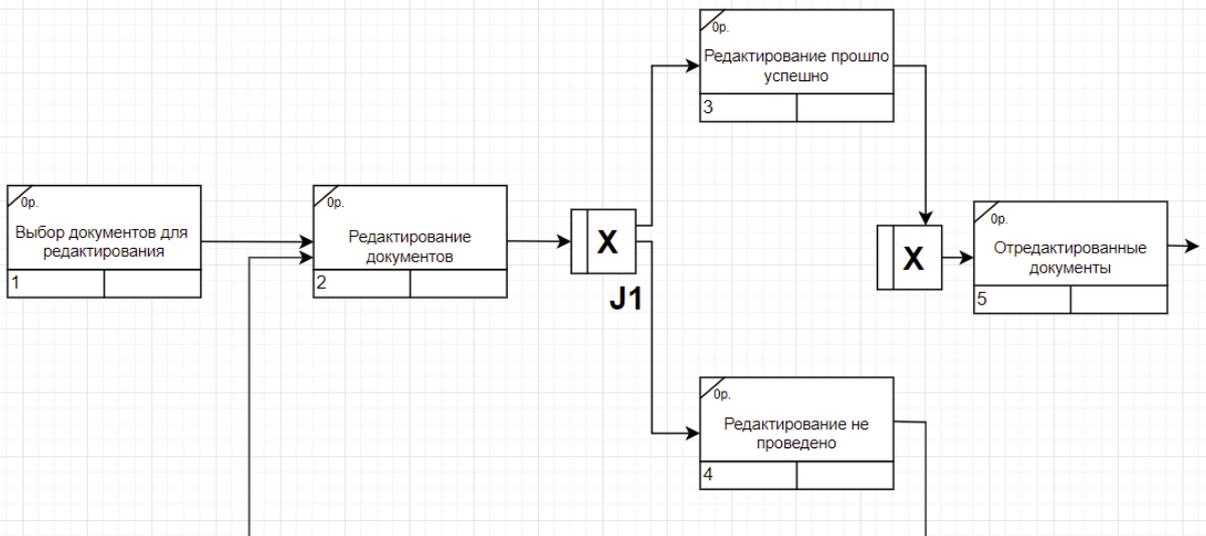


Рисунок 17 – Деятельность оператора.

Первым шагом построения модели IDEF3 «Просмотр и редактирование документов» (рисунок 18) является определение документов, необходимых для обработки. Затем начинается собственно редактирование документов. При успешном процессе редактирования на выходе получают готовые отредактированные документы. В случае недостаточной обработки документа, процесс повторяется.

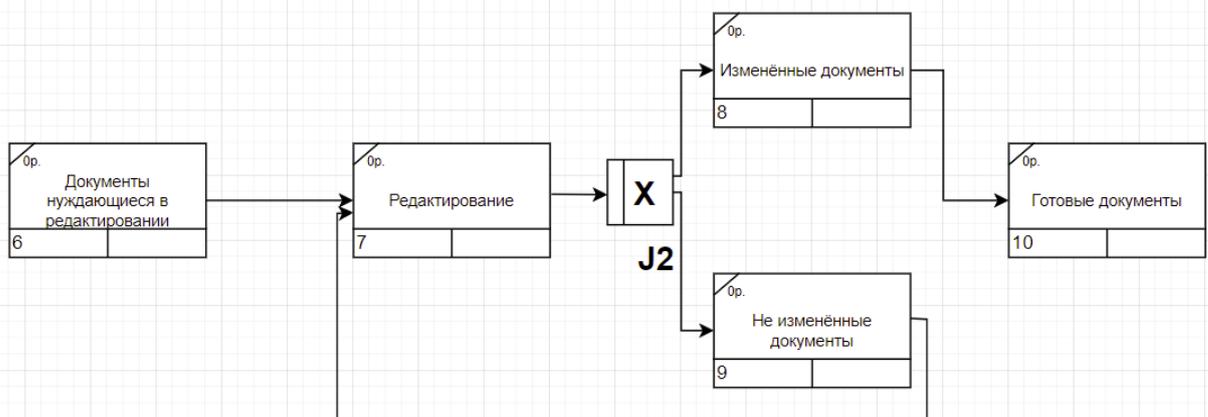


Рисунок 18 – Просмотр и изменение документов.

Построение модели IDEF3 «Составление графика дежурств» (рисунок 19). Что бы составить график дежурств, необходимо выполнить ряд действий:

1. Извлечь список служащих из базы данных.
2. Рассчитать рабочие часы.
3. Определить рабочие часы одного служащего.

4. Составление графика дежурств.
5. График дежурств составлен.
6. Готовый график дежурств.
7. График дежурств не готов.
8. Проводится повторение с 4 пункта.

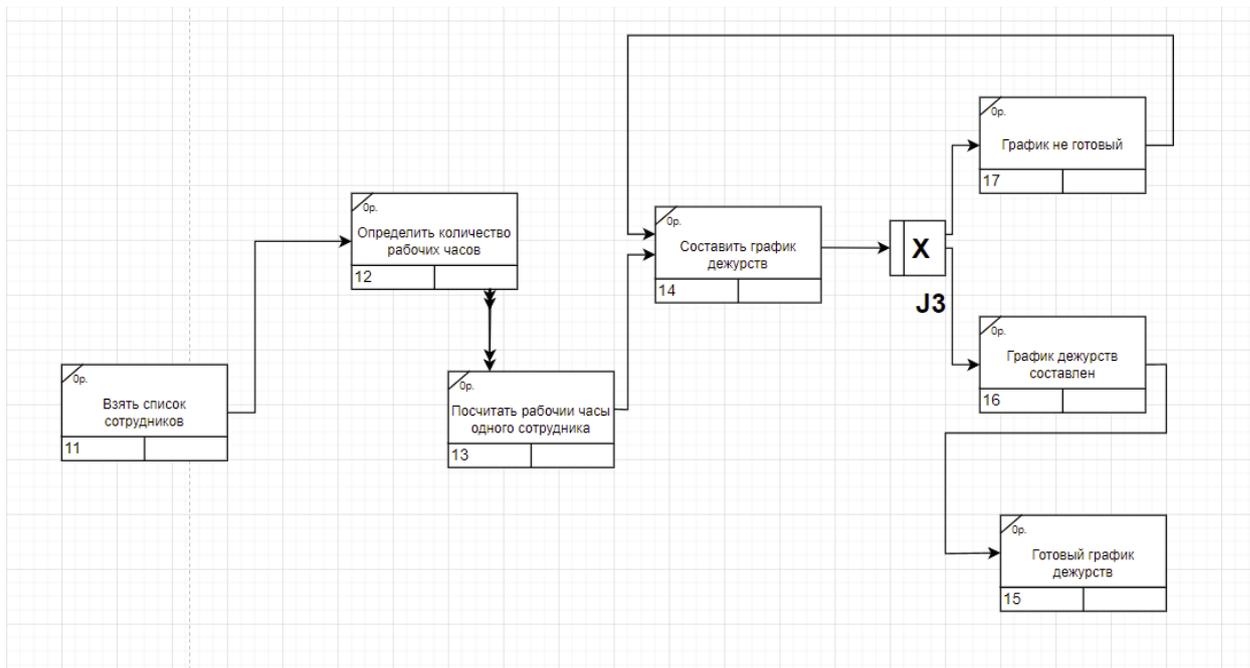


Рисунок 19 – Составление графика дежурств.

Создание модели IDEF3 «Отправка сообщений оператору и дежурному» (рисунок 20). Первым шагом является подготовка сообщения к передаче. Вторым шагом является передача сообщения, а его доставка в адрес дежурного и оператора проверяется на третьем этапе. Если доставка сообщения не прошла, идет повторение процесса. Четвертый этап показывает, что процесс завершен, так как оператор и дежурный офицер получили сообщение.

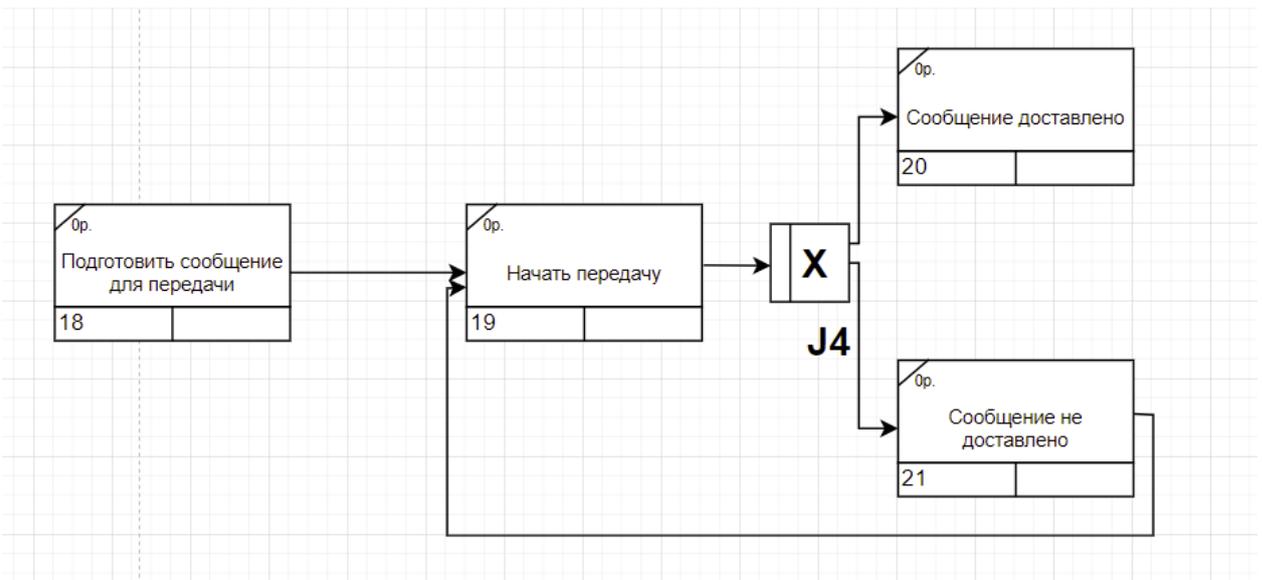


Рисунок 20 – Отправка сообщений дежурному и оператору.

Построение модели IDEF3 «Реакция на Чрезвычайную ситуацию» (рисунок 21), состоящей из восьми блоков:

- 1 этап сообщение о ЧС ответственным лицам.
- 2 этап сообщение о ЧС администратору и оператору.
- 3 этап звонок в диспетчерскую службу.
- 4 этап организуются работы по ликвидации ЧС.
- 5 этап отключается освещение.
- 6 этап организуется тушение пожара.
- 7 этап перекрывается подача воды.
- 8 этап поиск лиц, ответственных за работу при ЧС.

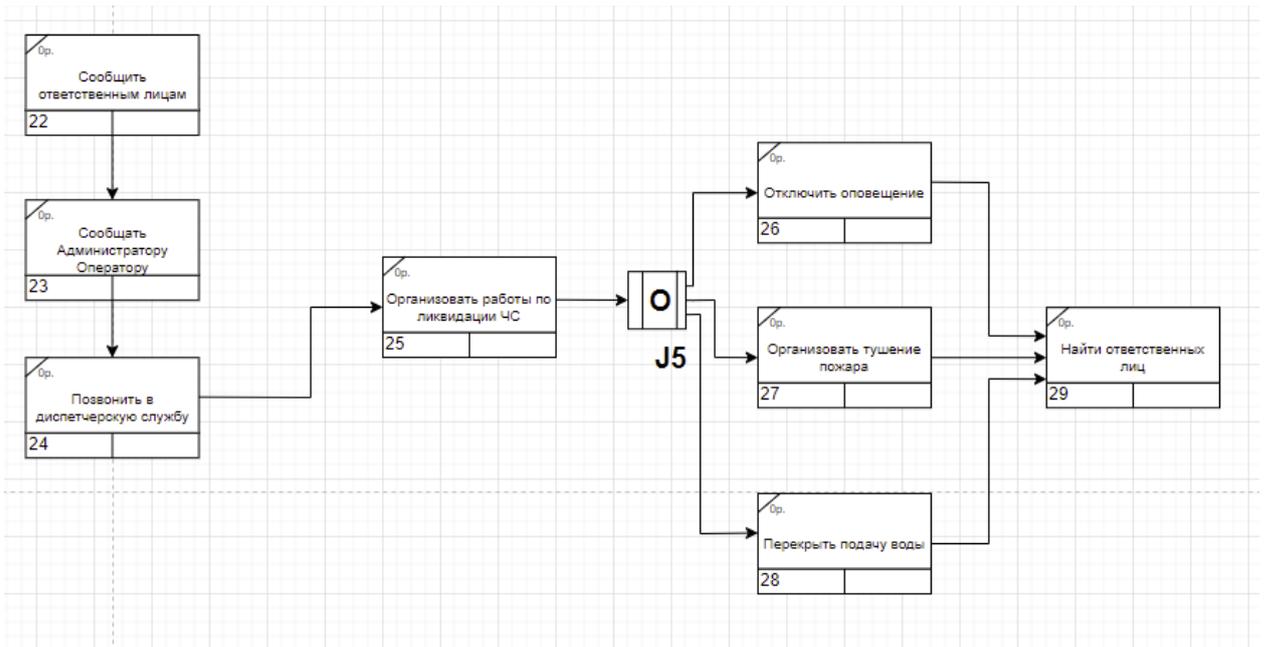


Рисунок 21 – Реакция на ЧС.

Построение модели IDEF3 «Печать документов» (рисунок 22). При необходимости напечатать нужный документ необходимо:

1. Выбрать документ.
2. Отправить документ на печать.
3. Документ напечатан.
4. Документ не напечатан.
5. Повторять пункт 2.
6. ГОТОВЫЙ документ.

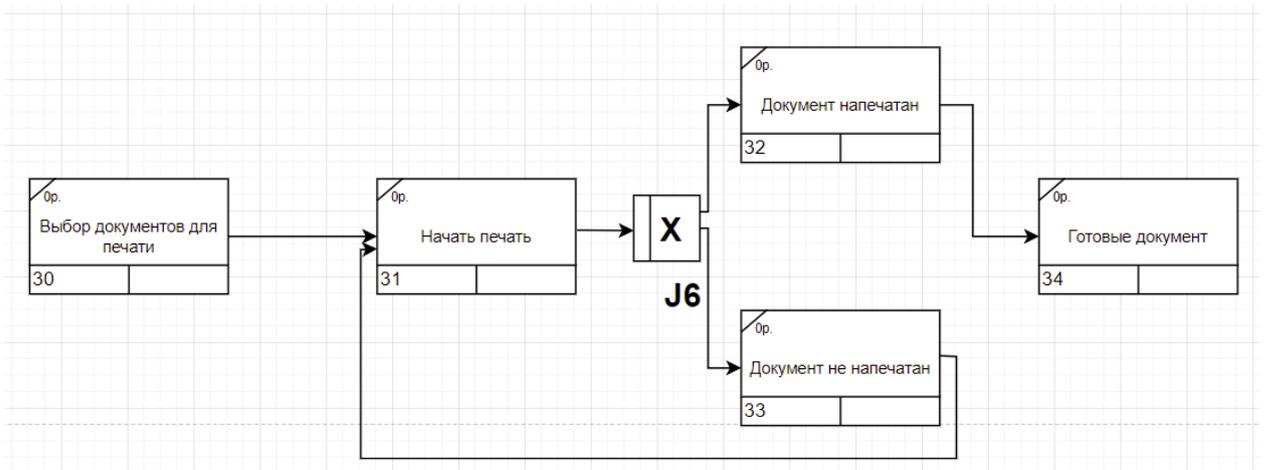


Рисунок 22 – Печать документов.



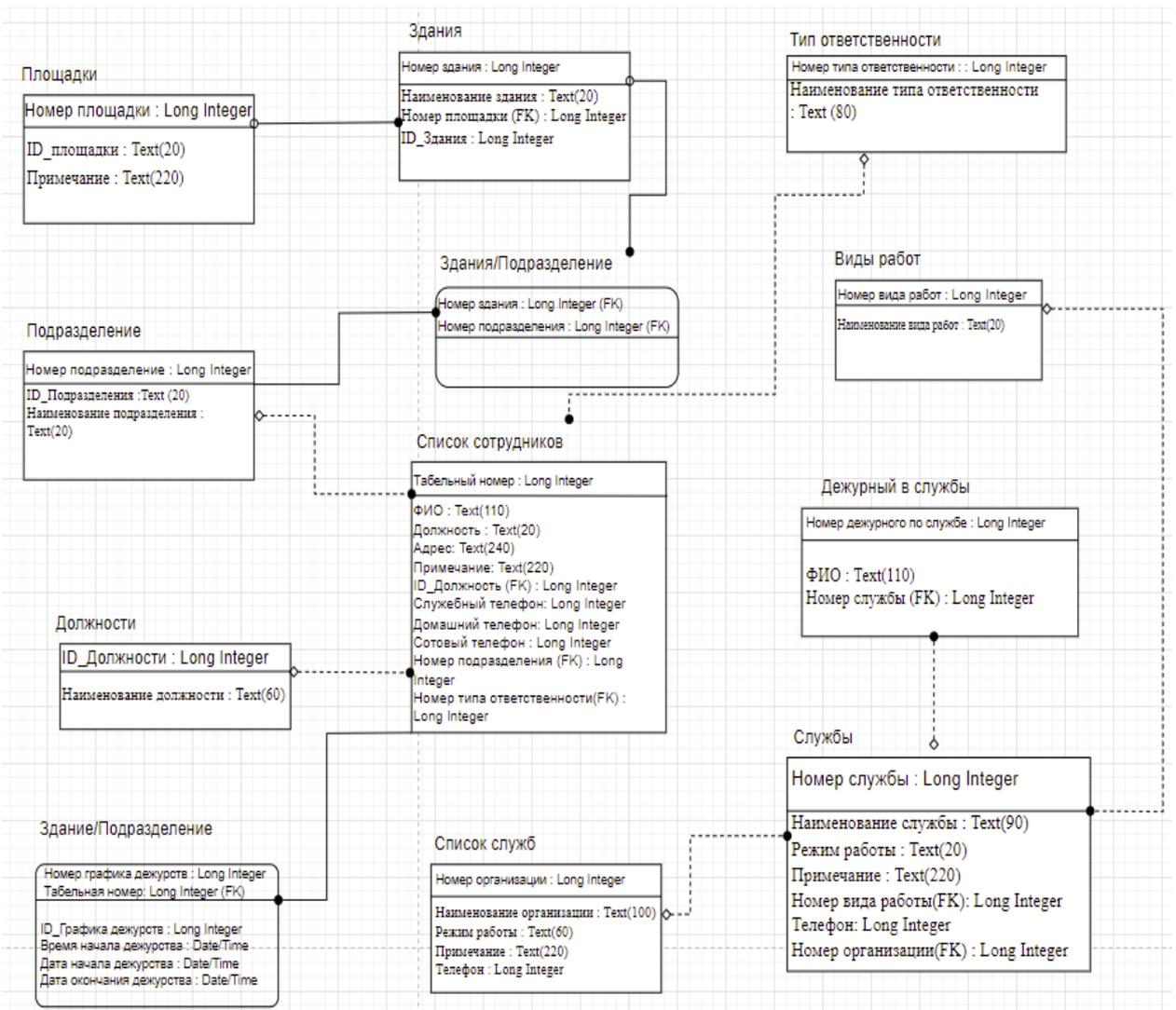


Рисунок 24 – Физическая модель.

### **3. Разработка геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.**

#### **3.1. Реализация базы данных для геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.**

Проектирование базы данных является следующим шагом после создания моделей для предметной области.

База данных разрабатываемой системы состоит из следующих таблиц:

- виды\_работ;
- график\_дежурств;
- дежурный в службе;
- должности;
- здания;
- здания\_подразделения;
- площадки;
- подразделения;
- службы;
- список\_служб;
- список\_сотрудников;
- тип\_ответственности.

На рисунке 25 представлены объекты, составляющие базу данных.

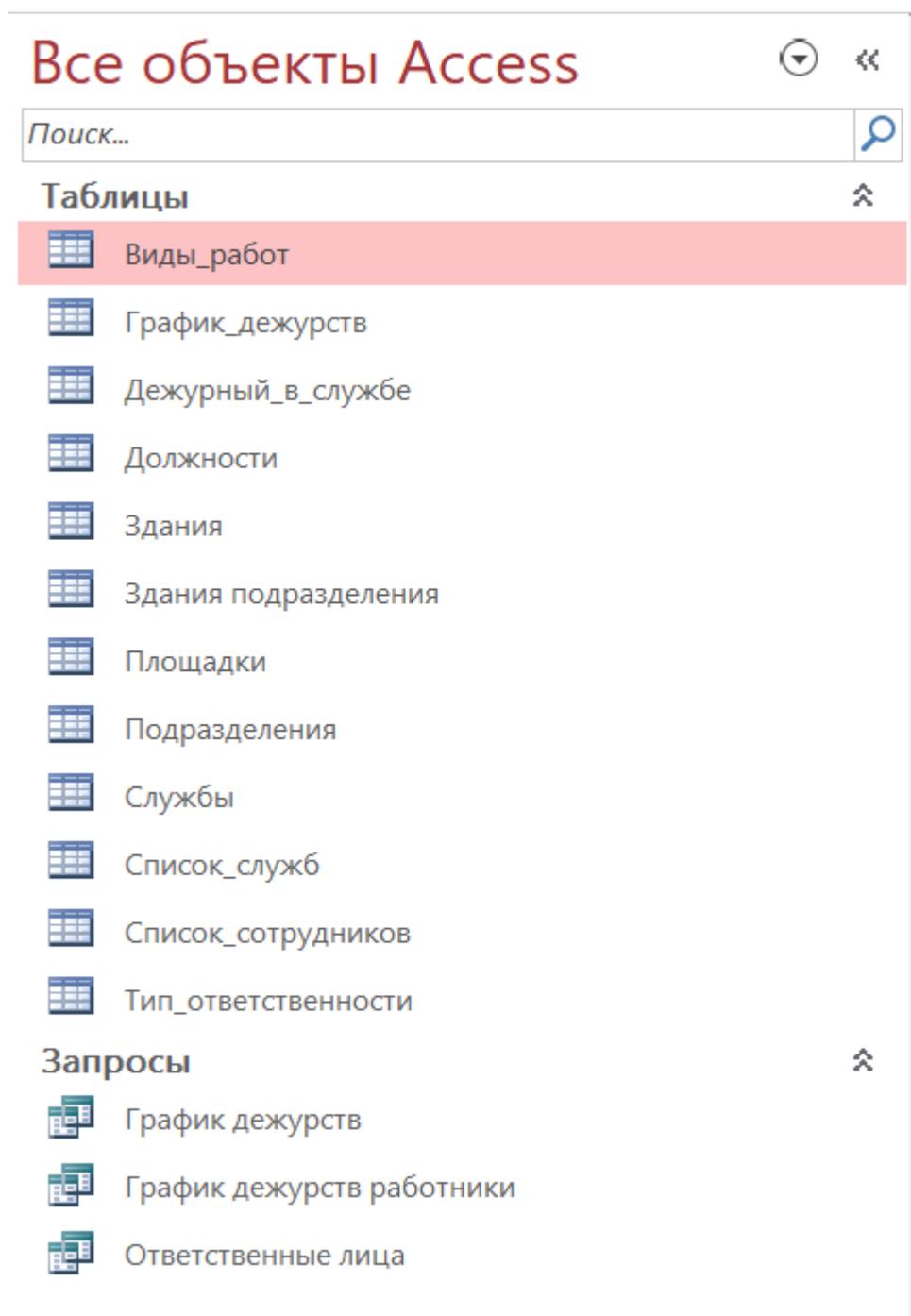


Рисунок 25 – Составляющие базы данных.

На рисунке 26 представлена схема работы базы данных.

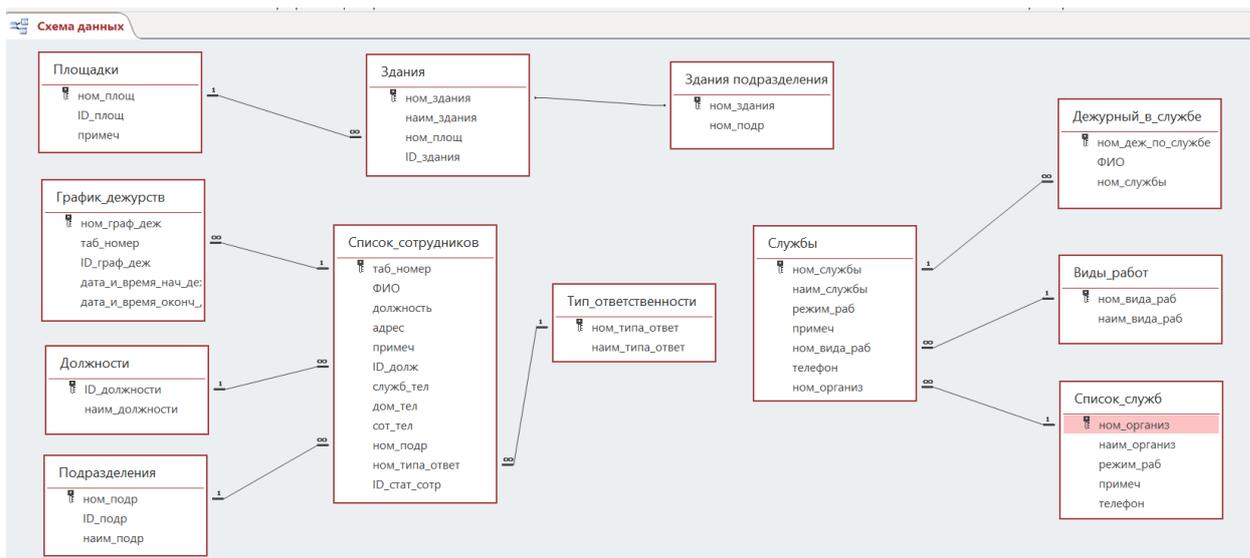


Рисунок 26 – Схема базы данных.

Таблица «Виды работ» состоит из полей:

- ном\_вида\_раб;
- наим\_вида\_раб.

Составляющие таблицы «Виды работ» представлен на рисунке 27.

Имя поля	Тип данных
ном_вида_раб	Числовой
наим_вида_раб	Короткий текст

Рисунок 27 – Составляющие таблицы «Виды работ».

Таблица «График дежурств» состоит из полей:

- ном\_граф\_деж;
- таб\_номер;
- ID\_граф\_деж;
- дата\_и\_время\_нач\_деж;
- дата\_и\_время\_оконч\_деж.

Составляющие таблицы «График дежурств» представлен на рисунке 28.

Имя поля		Тип данных
ном_граф_деж		Числовой
таб_номер		Числовой
ID_граф_деж		Числовой
дата_и_время_нач_деж		Дата и время
дата_и_время_оконч_деж		Дата и время

Рисунок 28 – Составляющие таблицы «График дежурств».

Таблица «Дежурный в службе» состоит из следующих полей:

- ном\_деж\_по\_службе;
- ФИО;
- ном\_службы;

На рисунке 29 изображены составляющие таблицы «Дежурный в службе».

Имя поля		Тип данных
ном_деж_по_службе		Числовой
ФИО		Короткий текст
ном_службы		Числовой

Рисунок 29 – Составляющие таблицы «Дежурный в службе».

Таблица «Должности» состоит из полей:

- ID\_должности;
- наим\_должности.

Составляющие данной таблицы изображен на рисунке 30.

Схема данных		Должности
	Имя поля	Тип данных
	ID_должности	Числовой
	наим_должности	Короткий текст

Рисунок 30 – Составляющие таблицы «Должности».

Таблица «Здания» состоит из полей:

- ном\_здания;
- наим\_здания;
- ном\_площ;
- ID\_здания.

Составляющие таблицы «Здания» представлен на рисунке 31.

Схема данных		Здания
	Имя поля	Тип данных
	ном_здания	Числовой
	наим_здания	Короткий текст
	ном_площ	Числовой
	ID_здания	Числовой

Рисунок 31 – Составляющие таблицы «Здания».

Таблица «Здания подразделения» состоит из полей:

- ном\_здания;
- ном\_подр.

Составляющие таблицы «Здания подразделения» представлен на рисунке 32.

Схема данных		Здания подразделения	
	Имя поля	Тип данных	
	ном_здания	Короткий текст	
	ном_подр	Короткий текст	

Рисунок 32 – Составляющие таблицы «Здания подразделения».

Таблица «Площадки» состоит из полей:

- ном\_площ;
- ID\_площ;
- примеч.

Составляющие таблицы «Площадки» представлены на рисунке 33.

Схема данных		Площадки	
	Имя поля	Тип данных	
	ном_площ	Числовой	
	ID_площ	Числовой	
	примеч	Короткий текст	

Рисунок 33 – Составляющие таблицы «Площадки».

Таблица «Подразделения» состоит из полей:

- ном\_подр;
- ID\_подр;
- наим\_подр.

Составляющие таблицы «Подразделения» представлены на рисунке 34.

Схема данных		Подразделения	
Имя поля		Тип данных	
ном_подр	Числовой		
ID_подр	Короткий текст		
наим_подр	Короткий текст		

Рисунок 34 – Составляющие таблицы «Подразделения».

Таблица «Службы» состоит из полей:

- ном\_службы;
- наим\_службы;
- режим\_раб;
- примеч;
- ном\_вида\_раб;
- телефон;
- ном\_организ.

Составляющие таблицы «Службы» представлены на рисунке 35.

Схема данных		Службы	
Имя поля		Тип данных	
ном_службы	Числовой		
наим_службы	Короткий текст		
режим_раб	Короткий текст		
примеч	Короткий текст		
ном_вида_раб	Числовой		
телефон	Короткий текст		
ном_организ	Числовой		

Рисунок 35 – Составляющие таблицы «Службы».

Таблица «Список служб» состоит из полей:

- ном\_организ;
- наим\_организ;

- режим\_раб;
- примеч;
- телефон.

Составляющие таблицы «Список служб» изображен на рисунке 36.

Имя поля	Тип данных
ном_организ	Числовой
наим_организ	Короткий текст
режим_раб	Короткий текст
примеч	Короткий текст
телефон	Короткий текст

Рисунок 36 – Составляющие таблицы «Список служб».

Таблица «Список сотрудников» состоит из полей:

- таб\_номер;
- ФИО;
- должность;
- адрес;
- примеч;
- ID\_долж;
- служ\_тел;
- дом\_тел;
- сот-тел;
- ном\_подр;
- ном\_типа\_ответ;
- ID\_стат\_сотр.

Составляющие таблицы «Список сотрудников» изображен на рисунке

Список_сотрудников	
Имя поля	Тип данных
таб_номер	Числовой
ФИО	Короткий текст
должность	Короткий текст
адрес	Короткий текст
примеч	Короткий текст
ID_долж	Числовой
служб_тел	Короткий текст
дом_тел	Короткий текст
сот_тел	Короткий текст
ном_подр	Числовой

Рисунок 37 – Составляющие таблицы «Список сотрудников».

Таблица «Тип ответственности» состоит из полей:

- ном\_типа\_ответ;
- наим\_типа\_ответ.

Составляющие таблицы «Тип ответственности» представлены на рисунке 38.

Тип_ответственности	
Имя поля	Тип данных
ном_типа_ответ	Числовой
наим_типа_ответ	Короткий текст

Рисунок 38 – Составляющие таблицы «Тип ответственности».

### 3.2. Проектирование интерфейса информационной системы

Раздел представляет собой руководство по использованию программного обеспечения (ПО) для создания информационной системы. В нем содержится информация о назначении ПО, условиях его применения, инструкции и рекомендации по выполнению отдельных функций.

На рисунке 39 приведены требования к оборудованию.



Рисунок 39 – Требования к используемому оборудованию

К программному обеспечению предъявляются следующие требования: ИС "Диспетчерская служба" работает в среде и под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows: версия ОП не ниже Windows 8.

Для обеспечения функциональности экспорта каталога в форматы Word, Excel и Access требуется установка Microsoft Office 2010 или более поздней версии.

#### *Описание ИС. Запуск, выполнение и завершение программы*

Активация ИС "Диспетчерская служба" производится посредством запуска фреймворка Qt из каталога фреймворка Qt. Запуск также может быть осуществлен щелчком на иконке фреймворка Qt, если она была заранее скопирована на рабочий стол. Выход из фреймворка Qt осуществляется либо щелчком на стандартной кнопке выхода из всех приложений Windows (X), или через пункт меню "Файл-> Выход"

Основная форма информационной системы, представленная на рисунке 40, состоит из четырех кнопок:

- карты-схемы;
- документы;
- сообщения;
- отчеты.

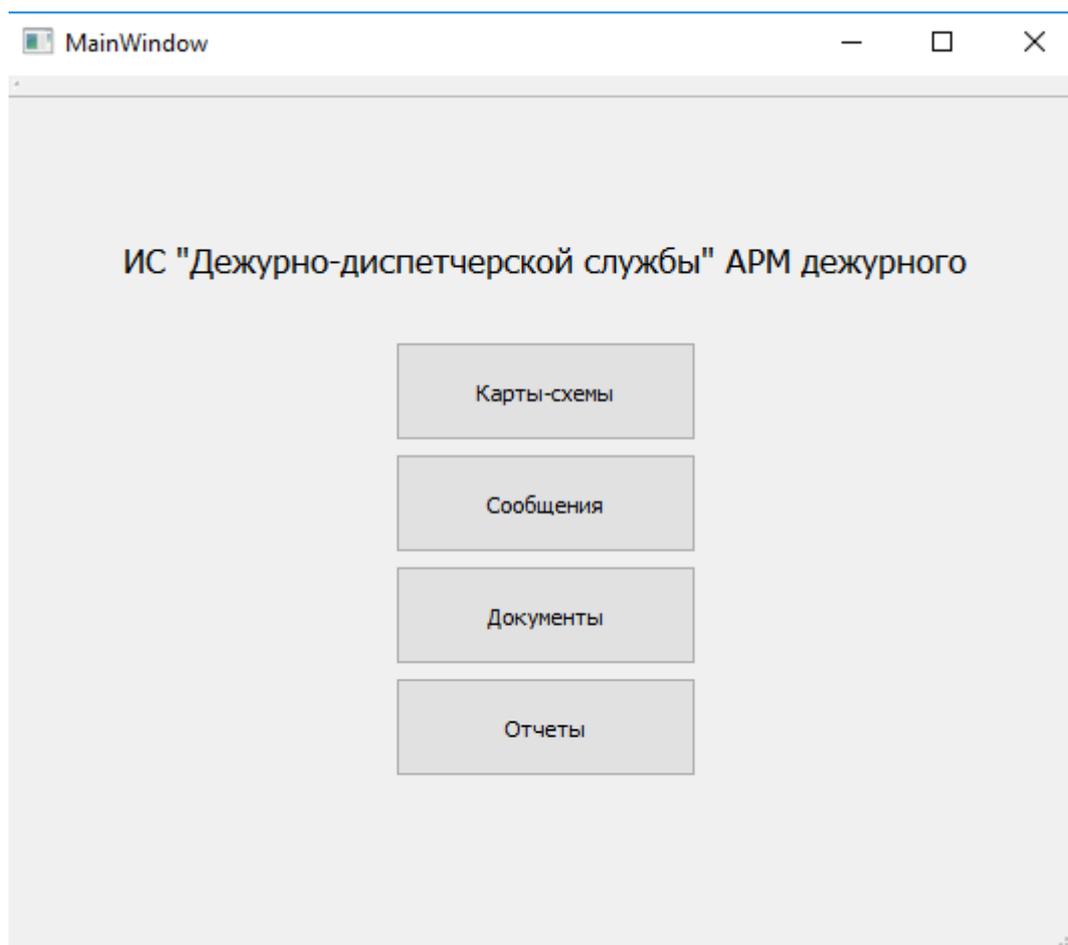


Рисунок 40 – Основная форма ИС

При нажатии на кнопку "Карты-схемы", система запросит QGIS и создаст карту местности. Пример карты местности представлен на рисунке 41.

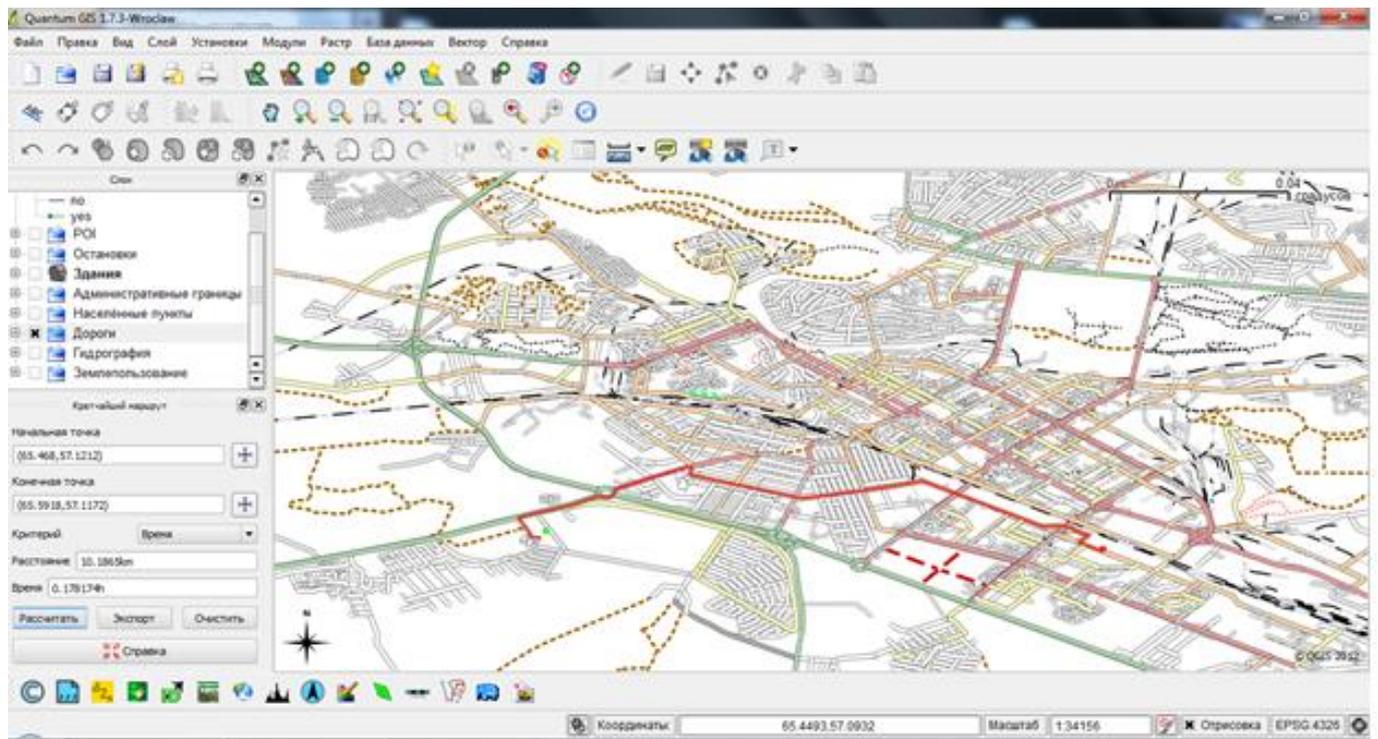


Рисунок 41 – Форма «Карты-Схемы»

При нажатии на кнопку «Отчеты» появляется форма с названием «Отчеты». Данная форма приведена на рисунке 42.

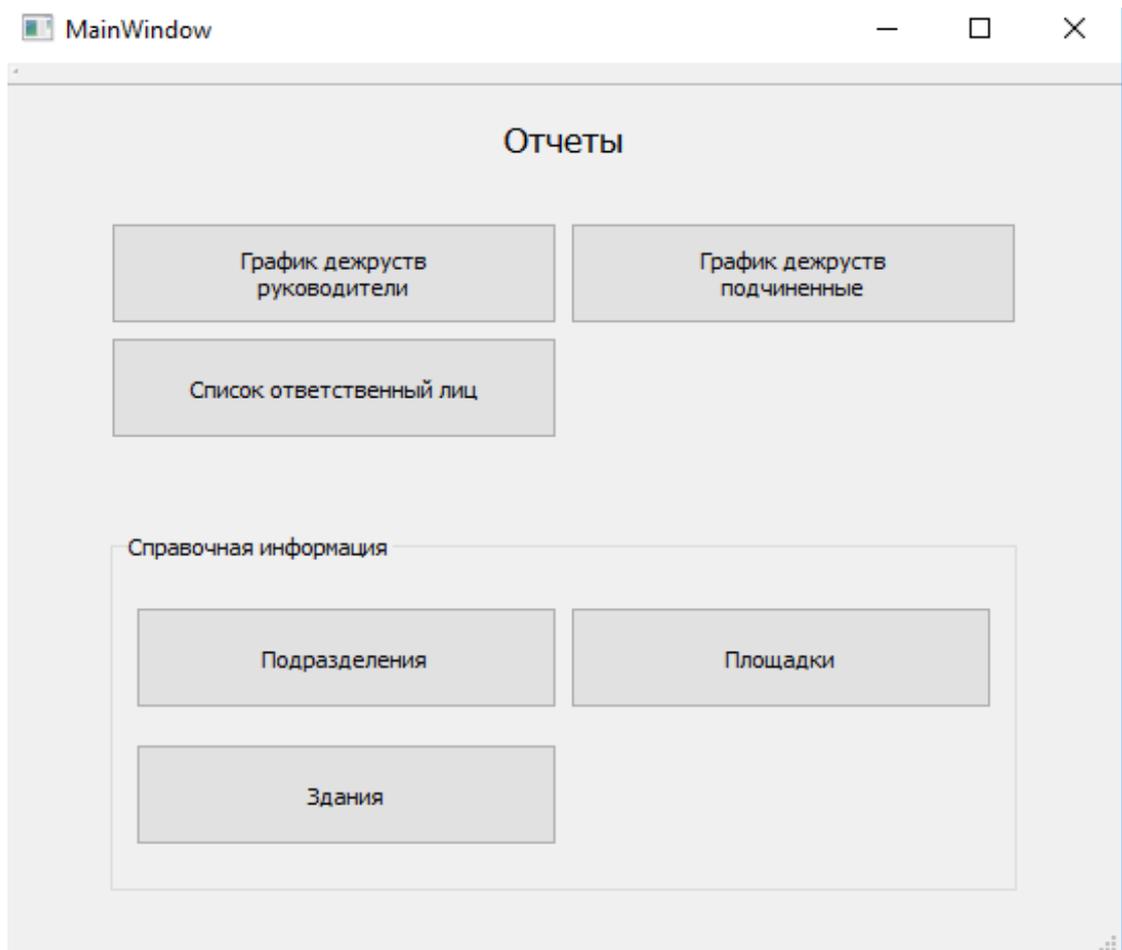


Рисунок 42 – Форма «Отчеты».

В форме «Отчеты» имеются следующие кнопки: «График дежурств: руководители», «График дежурств: работники», «Справочная информация». В справочную информацию входят кнопки: «Подразделения», «Площадки» и «Здания».

При нажатии на кнопку «График дежурств: руководители» появляется форма отчета о графике дежурств руководителей, которая представлена на рисунке 43.

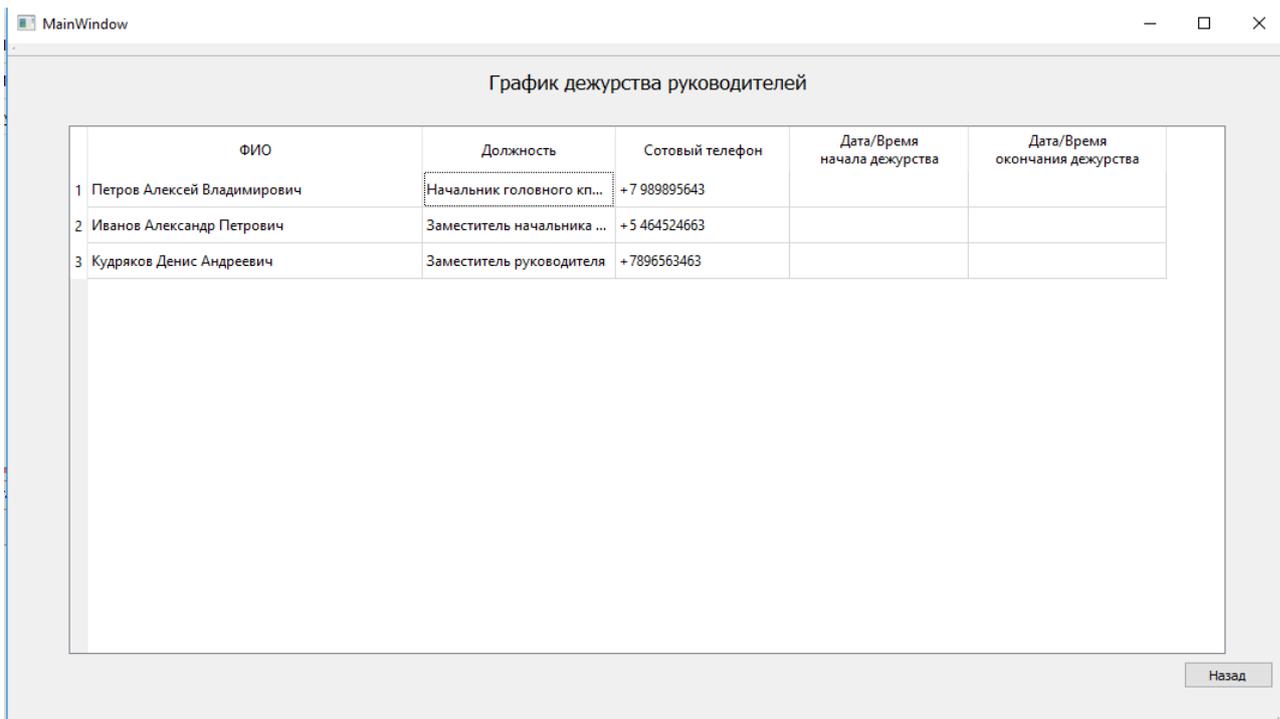


Рисунок 43 – Форма отчета «График дежурств: руководители»

Нажатие кнопки «График дежурств: работники» приводит к появлению формы отчета о графике дежурств работников. Пример данной формы на рисунке 44.

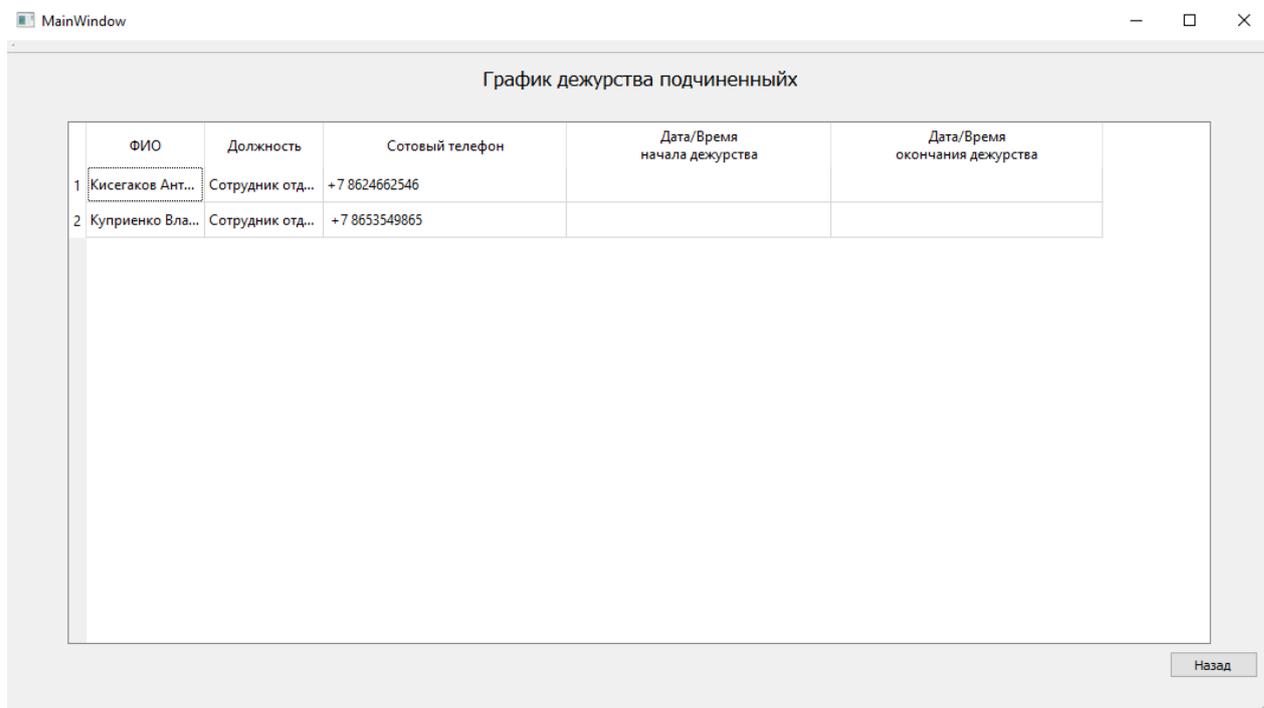
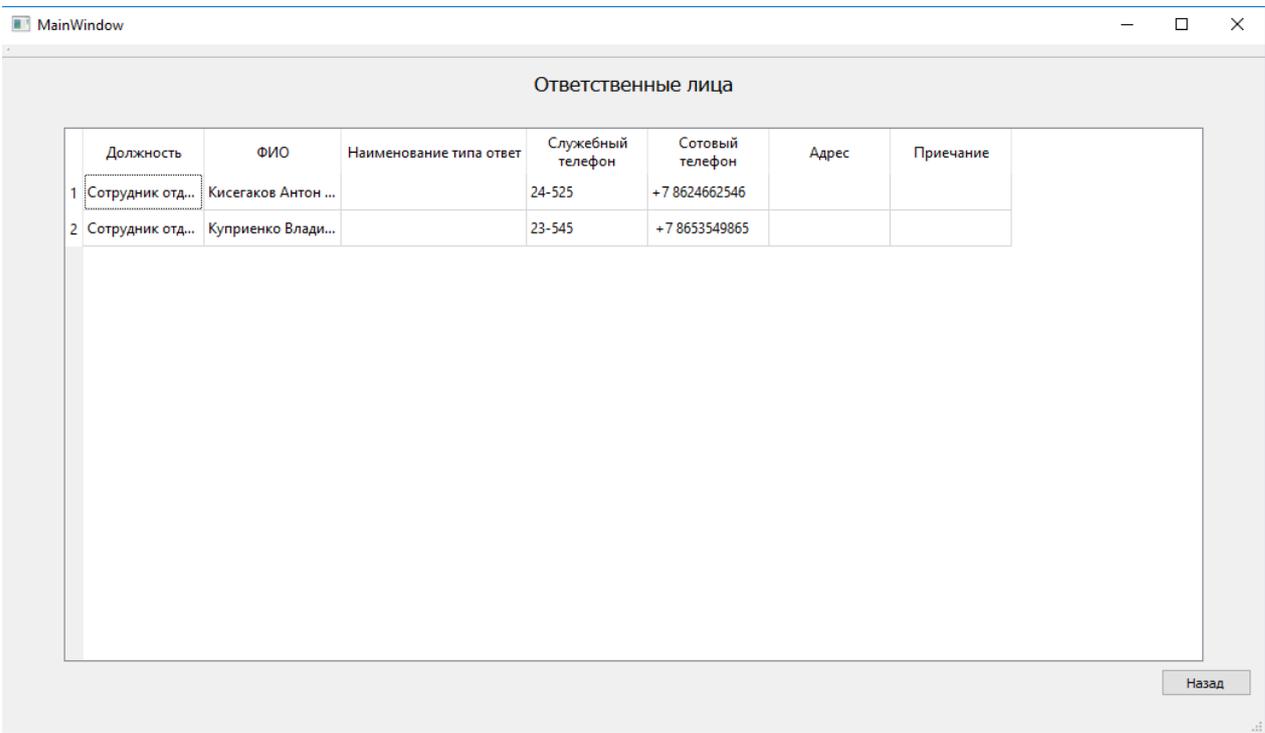


Рисунок 44 – Форма отчета «График дежурств подчиненных»

Нажатие на кнопку «Список ответственных лиц» позволит получить форма отчета «Ответственные лица», где представлены ответственности должностных лиц службы (рисунок 45).



	Должность	ФИО	Наименование типа ответ	Служебный телефон	Сотовый телефон	Адрес	Приечание
1	Сотрудник отд...	Кисегаков Антон ...		24-525	+7 8624662546		
2	Сотрудник отд...	Куприенко Влади...		23-545	+7 8653549865		

Назад

Рисунок 45 – Форма отчета «Ответственные лица»

Нажатие кнопки «Подразделения» производит переход на форму «Подразделения», состоящей из: номера подразделения, ID\_подразделения и название подразделения (рисунок 46).

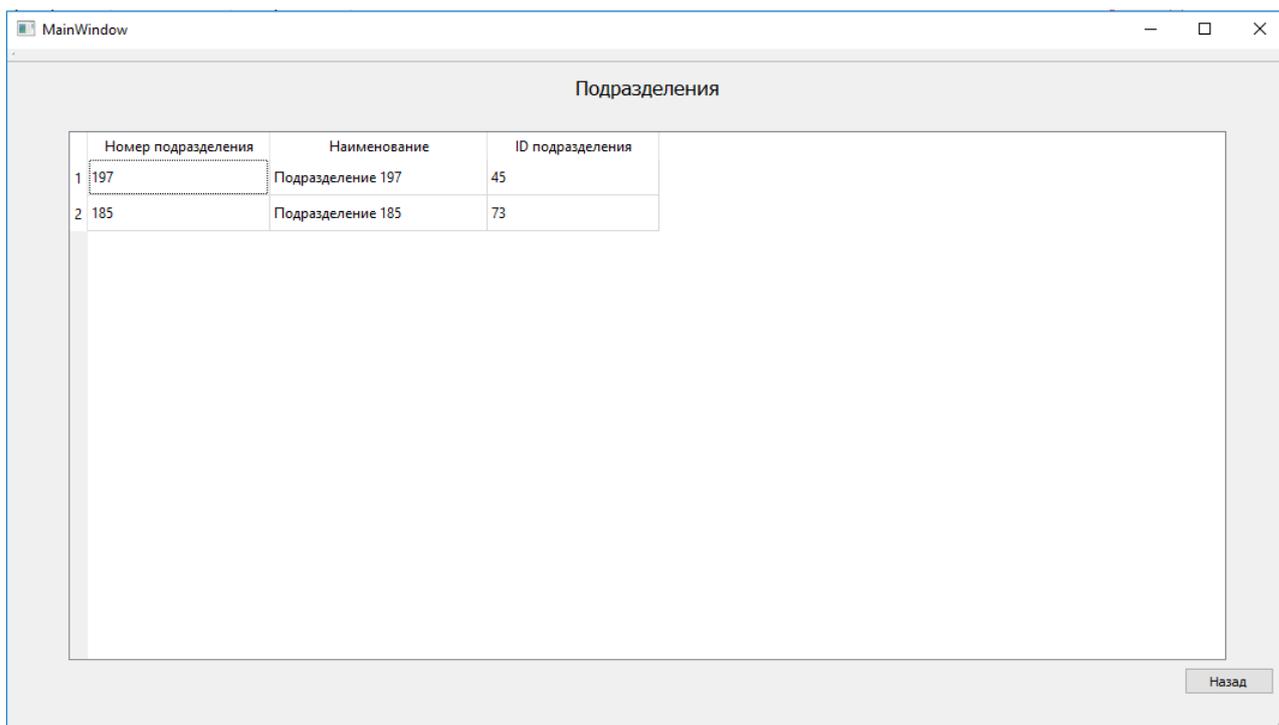


Рисунок 46 – Форма отчета «Подразделения».

Чтобы получить форму отчета «Здания», необходимо нажать кнопку с аналогичным названием (рисунок 47).

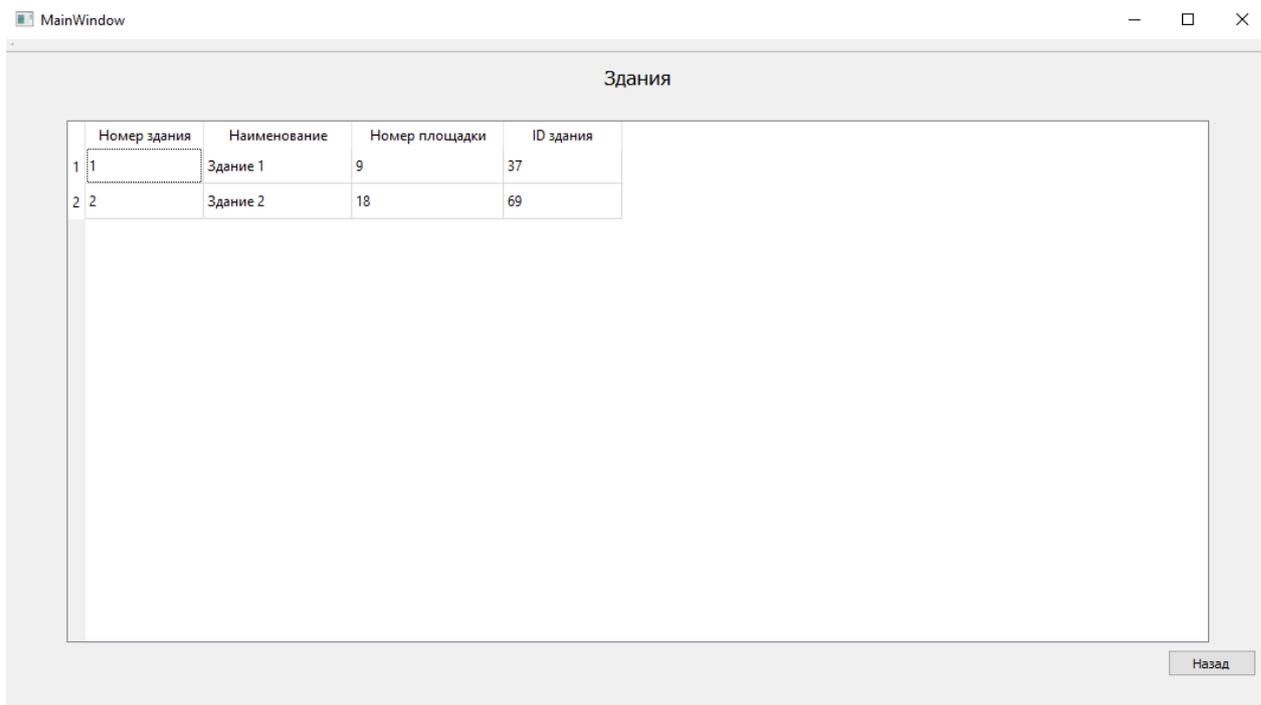


Рисунок 47 – Форма «Здания».

Форма «Площадки» появится, если нажать на кнопку «Площадки» (рисунок 48).

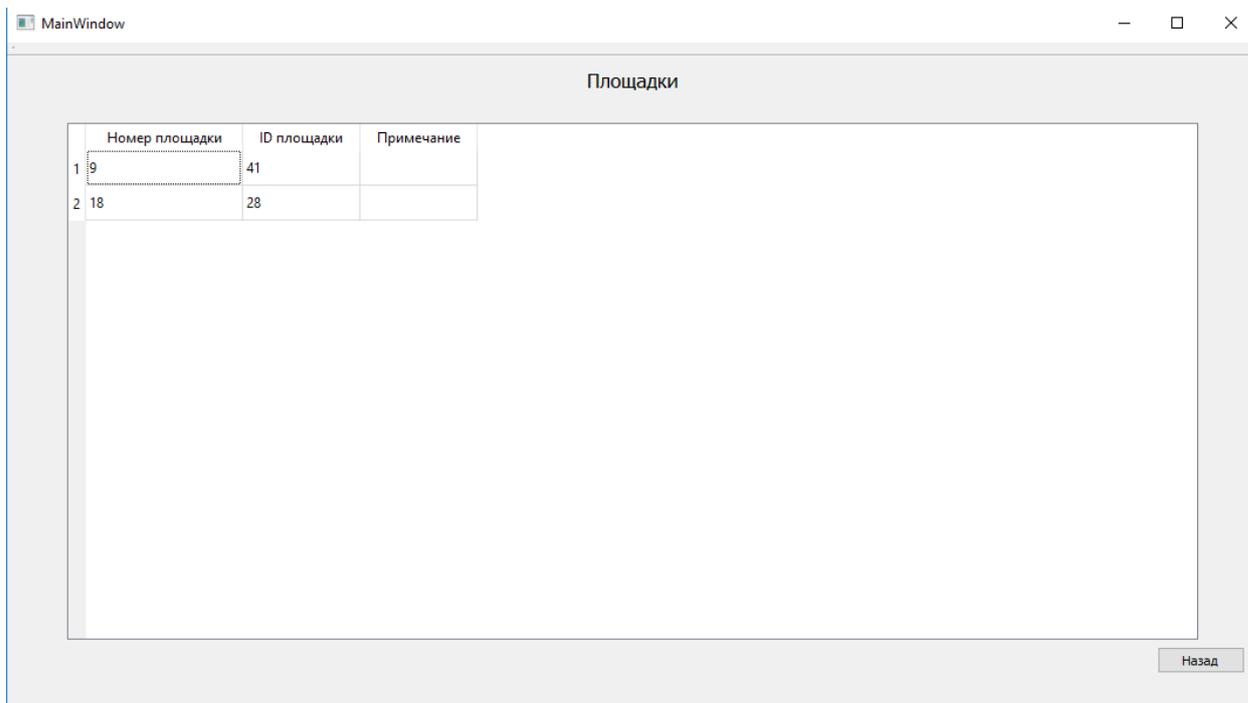


Рисунок 48 – Форма «Площадки».

При нажатии на основной форме «АРМ Дежурного» на кнопку «Сообщения» попадаем на форму «Сообщение» (рисунок 49). Из данной формы можно отправлять сообщения в адрес администратора и оператора службы.

The image shows a software window titled "MainWindow" with a standard Windows-style title bar (minimize, maximize, close buttons). The main content area is titled "Сообщение" (Message). It contains a form with the following elements:

- Label "От" (From) next to a single-line text input field.
- Label "Кому" (To) next to a single-line text input field.
- Label "Тема" (Subject) next to a single-line text input field.
- Label "Сообщение" (Message) next to a large multi-line text area.
- Two buttons at the bottom right: "Назад" (Back) and "Отправить" (Send).

Рисунок 49-Форма «Сообщение»

## 4. Расчет надежности для локальной геоинформационной системы прохождение лабиринта для службы МЧС

### 4.1. Расчет надежности

В процессе выполнения работы была проведена оценка надежности для локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.

Расчет надежности системы основан на следующей информации:

- Схема узлов ИС.
- Статистические и вероятностные данные.
- Продолжительность жизни информационной системы.

Из открытых источников взяты средние значения в качестве статистических и вероятностных данных.

В рамках указанной информационной системы, на основе выдвигаемых требований к эксплуатации ИС, были созданы следующие узлы:

1. Компьютер дежурного.
2. Сетевое оборудование.
3. Сервер.

На рисунке 50 показана схема узлов локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.

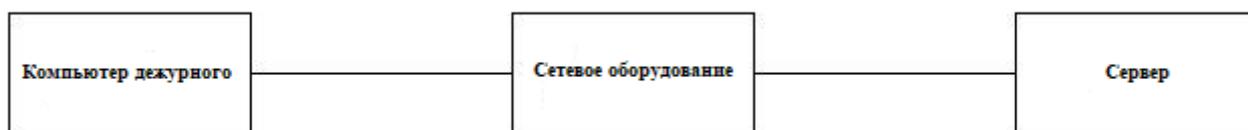


Рисунок 50 – Схема узлов ИС

Схема комплектации узла «Компьютер дежурного» изображена на рисунке 51.



Рисунок 51 – Схема комплектации узла «Компьютер дежурного»

Основные статистические и вероятностные характеристики для каждого компонента узла «Компьютер дежурного» представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Интенсивность отказов основных компонента узла «Компьютер дежурного».

Наименование элемента	Интенсивность отказа
Устройство ввода(клавиатура)	$60,72 \cdot 10^{-7}$
Устройство ввода(мышь)	$3,22 \cdot 10^{-7}$
Материнская плата	$4,5 \cdot 10^{-8}$
Процессор	$4,0 \cdot 10^{-7}$
Оперативная память	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Жесткий диск	$8,5 \cdot 10^{-7}$
Блок питания	$2,0 \cdot 10^{-7}$
Сетевая карта	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Устройства вывода информации (монитор)	$20,9 \cdot 10^{-7}$

Вероятность безотказной работы компьютера рассчитывается по формуле (5):

$$P(t) = e^{-\lambda_{\text{общ}} \cdot t} \quad (5)$$

где  $\lambda_{\text{общ}}$  – сумма интенсивностей отказов всех элементов, входящих в состав компьютера, вычисляется по формуле (6):

$$\lambda_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^N \lambda_i \quad (6)$$

Подсчитаем суммарную интенсивность отказов всех устройств:

$$\lambda_{\text{общ}} = 60,72 \cdot 10^{-7} + 3,22 \cdot 10^{-7} + 4,5 \cdot 10^{-8} + 4,0 \cdot 10^{-7} + 3,0 \cdot 10^{-7} + 8,5 \cdot 10^{-7} + 2,0 \cdot 10^{-7} + 1,0 \cdot 10^{-6} + 20,9 \cdot 10^{-7} = 3,138 \cdot 10^{-6}$$

Период времени, равный минимальной наработке до отказа равен величине обратной сумме интенсивности отказов элементов, тогда:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\text{общ}}} = \frac{1}{3,138 \times 10^{-6}} = 3,186 \times 10^5 \text{ часов}$$

Соответственно вероятность безотказной работы компьютера равна:

$$P_{\text{Комп}}(t) = e^{-\lambda_{\text{общ}} \cdot t} = e^{-3,138 \times 10^{-6} \cdot 5000} = 0,984 \%$$

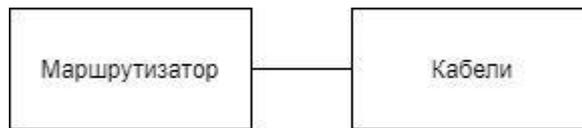


Рисунок 52 – Схема элементов узла «Сетевое оборудование»

Так как посчитать доподлинно вероятность безотказной работы для данных узлов не представляется возможным, ввиду того что неизвестно количество устройств в сети, то принимается:

$$P_{\text{марш}} = 0,99 \text{ и } P_{\text{каб}} = 0,95.$$

Работа безотказной работы узла «Сетевое оборудование» равна 0,941 %

Соответственно вероятность безотказной работы аппаратной части равна:

$$P_{\text{апп}} = 0,987 \cdot 0,984 \cdot 0,985 = 0,956$$

Схема элементов входящих, в комплектацию узла «Сервер» изображена на рисунке 53.



Рисунок 53 – Схема элементов входящих, в комплектацию узла «Сервер»

В таблице 7 указаны основные статистические и вероятностные данные для каждого элемента.

Таблица 7 – Интенсивность отказов основных элементов узла «Сервер»

Наименование элемента	Интенсивность отказа
Материнская плата	$4,5 \cdot 10^{-8}$
Процессор	$4,0 \times 10^{-7}$
Оперативная память	$3,0 \times 10^{-7}$
Жесткий диск	$8,5 \times 10^{-7}$
Блок питания	$2,0 \times 10^{-7}$
Сетевая карта	$1,0 \times 10^{-6}$

Суммарную интенсивность отказов всех устройств равна:

$$\lambda_{\text{общ}} = 1,0 \cdot 10^{-6} + 2,0 \cdot 10^{-7} + 8,5 \cdot 10^{-7} +$$

$$+3,0 \cdot 10^{-7} + 4,0 \cdot 10^{-7} + 4,5 \cdot 10^{-8} = 2,795 \cdot 10^{-6}$$

Период времени, равный минимальной наработке до отказа равен величине обратной сумме интенсивности отказов элементов, следовательно:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\text{общ}}} = \frac{1}{2,795 \times 10^{-6}} = 3,578 \times 10^5 \text{ часов.}$$

Тогда вероятность безотказной работы сервера равна:

$$P_{\text{серв}}(t) = e^{-\lambda_{\text{общ}} \cdot t} = e^{-2,795 \times 10^{-6} \cdot 5000} = 0,986 \%$$

Программное обеспечение разделено на три узла:

- «Операционная система».
- «База данных».
- «Код».

На рисунке 54 изображена схема узлов программной части ИС.



Рисунок 54 – Схема узлов программной части ИС

Исходные данные по элементам программной части показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Исходные данные элементов программной части

Наименование элемента	Безотказность работы
Операционная система	$P = 0,98$
База данных	$P = 0,9999$
Код	$P = 0,999$

Исходя из ранее рассчитанных данных, безотказность работы программной части равна:

$$P_{\text{прг}} = 0,98 \cdot 0,9999 \cdot 0,999 = 0,978$$

Соответственно надежность информационной системы равна:

$$P_{\text{прг}} = P_{\text{апп}} \cdot P_{\text{прг}} = 0,956 \cdot 0,978 = 0,915$$

## 4.2. Этапы разработки локальной геоинформационной системы прохождение лабиринта для службы МЧС

Процесс проектирования и дальнейшая разработка локальной геоинформационной системы подразделяется на шесть основных этапов:

1. Составление диаграмм.
2. Создание базы данных.
3. Написание кода программы.
4. Проверка ИС.
5. Доработка ИС.
6. Выпуск готового продукта.

На диаграмме Ганта детально представлены стадии проектирования и реализации ИС, совместно с подэтапами и сроками выполнения каждого этапа (рисунок 55).

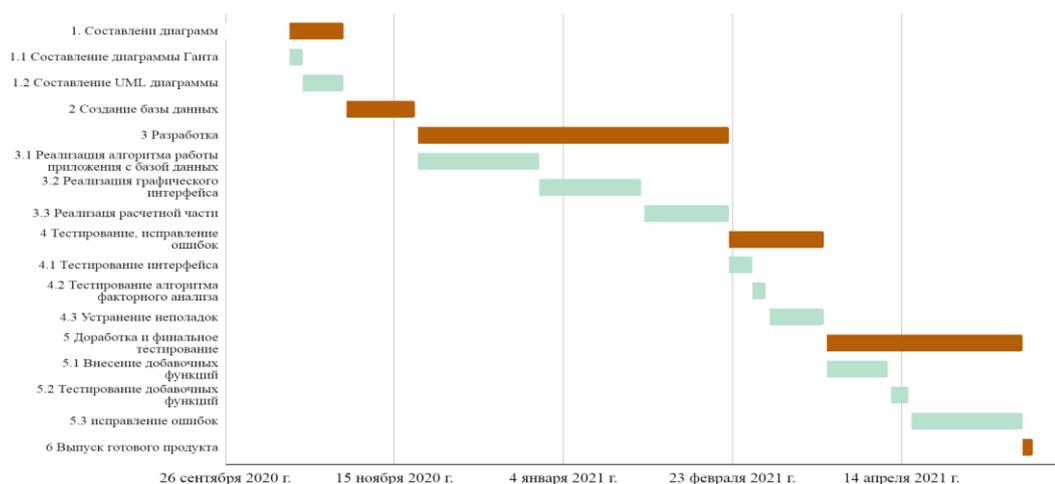


Рисунок 55 – диаграмма Ганта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения были успешно применены при выполнении ВКР. Итогом данной работы являются следующие положительные результаты:

1 Выявлены основные параметры и функции разрабатываемой программы при проведении анализа предметной области сферы применения разрабатываемого программного продукта для службы МЧС.

2 Разработан прототип программного обеспечения, на основе концептуального, функционального и объектно-ориентированного проектирования.

3 Реализовано приложение для упорядоченного хранилища данных, которое отображает работу службы МЧС на некоторых примерах отображения объектов пожаров на местности с возможностью построения маршрута с помощью карт в реальном времени.

4 Выполнен расчёт надёжности локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для служб МЧС, с использованием технических характеристик, а также характеристик дополнительного программного обеспечения.

Проведен анализ SWOT, VCM, ISA для обоснования необходимости разработки разрабатываемой системы, который описан в первой главе. При котором выявлены преимущества и недостатки информационной системы. Также проведен сравнительный анализ предметной области, для выявления и обоснования различий между разрабатываемой системой и рассмотренными в данной главе. Для работы системы на данном этапе разработки определены основные данные.

Вторая глава посвящена проведению предпроектной работе. В диаграммах методологий IDEF отображены основные аспекты разрабатываемой системы.

Таблицы и внешние ключи к ним описаны созданной топологией базы данных.

В третьей главе была проведена работа по разработке интерфейса информационной системы посредством фреймворка Qt с применением языка программирования C++. Для работы с картами внутри системы используются подключения QGIS. Разработана база данных в Access 2010 с реализацией таблиц и связей, указанных в топологии базы данных во второй главе.

Четвертая глава посвящена расчету надежности разрабатываемой локальной ГИС прохождения лабиринта для служб МЧС. В результате получена вероятность выхода проекта из строя.

Итогом работы является разработанная и представленная демонстрационная версия – функционирующий прототип локальной геоинформационной системы прохождения лабиринта для службы МЧС.

Данный вариант системы можно будет дорабатывать, включая новые функции и удаляя актуально устаревшие.

## Список используемых источников

1. ГОСТ 34.602-89/Информационная технология/Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
2. Горбаченко, В. И. Создание функциональной модели информационной системы с помощью CASE-средства СА ERwin Process Modeler 7.3 / В.И. Горбаченко, Г. Ф. Убиенных, Г. В. Бобрышева. – Пенза: ПГУ, 2010. – 66 с.
3. ГОСТ 34 ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы [Книга] / Москва: Госстандарт СССР, 1989.
4. Концепция развития системы управления МЧС России до 2030 года (утв. решением Коллегии МЧС России от 5 декабря 2014 г. № 15/III).
5. Работа с базами данных на языке С#: Учебное пособие / сост. О. Н. Евсеева, А. Б. Шамшев. Технология ADO .NET – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 170 с.
6. Билиг, В.А. Основы Объектного программирования на С# (С# 3.0, Visual Studio 2010) / В.А. Билиг – Москва: Национальный Открытый Университет «Институт» 2010 (Основа информационных технологий).
7. Соколов А. Автоматизированные системы поддержки принятия решений в ЧС // Вестник МЧС, март 2008. - С. 42 - 43.
8. Гвоздева, Т.В. Проектирование информационных систем / Гвоздева Т.В., Баллод Б.А – Москва: Феникс, 2009.
9. Грекул В.И. Проектирование информационных систем / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина – Москва: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2008 (Основы информационных технологий). – 323 с.
10. Пискунова С. Опасность на карте / Открытые системы. № 11, 2012. - <http://www.osp.ru/cw/2012/30/13032793/>.

11. Качанов СЛ., Тетерин И.М., Топольский Н.Г. Информационные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. - 213 с.

12. ГИС «Оператор» для силовых структур - <http://www.gisinfo.ru/products/gisoperator11.htm>

13. Вендров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем / А.М. Вендров – Москва: «Финансы и статистика», 2002 – 352 с.

14. Мокеев, А.В. Объектно-ориентированный анализ и программирование: учебное пособие / под. ред. д.т.н. В.В. Мокеева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 111 с.

15. Осетрова, И.С. Управление проектами в Microsoft Project 2010 / И.С. Осетрова– СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 69 с. 69.

16. Единая дежурно-диспетчерская служба. – <http://41.mchs.gov.ru/folder/517555>.

17. Единые дежурно-диспетчерские службы ЕДДС. – <http://www.arspas.ru/mchs/spravochnik/2/untitled.php>.

18. Тараканов, Д.В. Метод многокритериального ранжирования вариантов управления тушением пожаров в зданиях [Электронный ресурс] / Д.В. Тараканов, В.А. Смирнов, А.О. Семенов // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2016. – № 6 (70). – С. 72–75. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-6/30-06-16.ttb.pdf>

19. QGIS User guide // [Электронный ресурс]: Официальное руководство к QGIS 1.8. Веб-сайт. URL: <http://docs.qgis.org/1.8/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-en.pdf> (Дата обращения 10.11.2021)

20. ПитерСофт Современные технологии управления бизнесом/Нотации семейства IDEF [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://piter-soft.ru/knowledge/glossary/process/notatsii-semeystva-IDEF.html> свободный. (Дата обращения: 20.11.2021).

21. Metanit сайт о программировании/Язык программирования C++ [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://metanit.com/cpp/tutorial/1.1.php> свободный. (Дата обращения: 21.11.2021).

22. QT официальный сайт издателя qt/QT [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.qt.io/> свободный. (Дата обращения: 21.11.2021).

23. Emercom надежность технических систем/Основы расчета надежности [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.obzh.ru/nad/4-5.html> свободный. (Дата обращения: 22.11.2021)

24. Калашян А.Н., Каланов Г.Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии. М.: Финансы и статистика, 2003. 256 с.

25. Определение требований к оборудованию и программному обеспечению [Электронный ресурс]: режим доступа <http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/bb905370.aspx> свободный. (Дата обращения: 22.11.2021)

26. Стасышин В.М. Введение в проектирование реляционных баз данных // Учебное пособие по курсу по курсу «Базы данных». Новосибирск, НГТУ, 1999.

27. Французов Д. Оценка производительности вычислительных систем //Открытые сис (темы. 1996, №2.

28. Головач В. Дизайн пользовательского интерфейса [Электронный ресурс]: режим доступа [http://depositfiles.com/files/136555/Gjlvach\\_Design.rar.html](http://depositfiles.com/files/136555/Gjlvach_Design.rar.html) (Дата обращения: 21.11.2021)