

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

Институт инженерной и экологической безопасности  
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью  
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему: Применение геопространственной информации для управления  
пожарными подразделениями.

Обучающийся

А.Г. Король

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.т.н., А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	8
Перечень обозначения и сокращений.....	10
1 Анализ практики применения геопрограмственной информации для прогнозирования и ликвидации ЧС аварийно-спасательными службами и формированиями.....	11
1.1 Анализ специфики применения геопрограмственной информации для управления пожарными подразделениями.....	11
1.2 Анализ результатов мониторинга применения геопрограмственной информации. Перечень выявленных проблем, рисков в случаях применения геопрограмственной информации для управления пожарными подразделениями.....	16
2 Методы и средства применения геопрограмственной информации..	33
2.1 Анализ методов и средств применения геопрограмственной информации.....	33
2.2 Описание и возможность внедрения современных методов и средств с целью повышения эффективности применения геопрограмственной информации.....	47
3 Опытнo-экспериментальная апробация предлагаемых решений по повышению эффективности управления с применением геопрограмственной информации.....	54
3.1 Программа внедрения методов и средств повышения эффективности. Результаты внедрения методов и средств повышения эффективности.....	54
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов применения геопрограмственной информации для повышения эффективности управления пожарными подразделениями.....	62

Заключение.....	69
Список используемых источников.....	72

## Введение

Актуальность исследования заключается в том, геоинформационные системы активно развиваются и внедряются во многих отраслях и направлениях промышленной и экономической и социальной сфер деятельности. Применение геопространственной информации облегает и упрощает жизнь современного человека. ГИС технологии стали более доступными и более совершенными. Есть необходимость рассмотреть целесообразность и эффективность применения геопространственной информации при управлении пожарными подразделениями.

Объект исследования: геоинформационные системы.

Предмет исследования: применение геоинформационных систем в обеспечении пожарной безопасности.

Цель исследования: исследование эффективности применения геопространственной информации для управления пожарными подразделениями.

Гипотеза исследования состоит в том, что, разработка и внедрение специализированной геоинформационной системы, обеспечивающей работу местных пожарно-спасательных гарнизонов позволит сократить время реагирования подразделений на пожары и минимизировать их негативные последствия.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- изучить понятие и принципы работы геоинформационных систем,
- исследовать мировой опыт использования геоинформационных систем,
- исследовать нормативно-правовую основу применения геопространственной информации на территории РФ,
- исследовать опыт применения геоинформационных систем аварийно-спасательными службами,

- исследовать порядок применения геопространственной информации в МЧС России,
- исследовать принципы управления пожарными подразделениями.
- Определить порядок внедрения ГИС технологий в систему управления пожарно-спасательными гарнизонами,
- исследовать эффективность использования геопространственной информации для управления пожарными подразделениями.

Методы исследования: Исследование проводилось путем изучения принципов работы, особенностей развития и применения геоинформационных систем в мире. Изучения основных этапов развития геоинформации и геоинформатики. Проводилась оценка использования ГИС технологий в мире и развития международного права в области защиты и обмена геопространственными данными. Были изучены основы правового регулирования применения ГИС технологий на территории Российской Федерации. Изучены основные нормативно-правовые акты РФ в сфере разработки, применения и обеспечения бесперебойного функционирования геоинформационных систем. Рассмотрены примеры и нормативы применения ГИС технологий в государственном и муниципальном управлении. Исследован зарубежный опыт применения геоинформационных технологий аварийно-спасательными службами. Изучен ряд зарубежных статей на тему эффективности ГИС технологий в сфере обеспечения безопасности людей в чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены геоинформационные системы, применяемые в настоящее время Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. В рамках исследования принципов управления пожарными подразделениями нормативно-правовые акты РФ, регламентирующие порядок обеспечения пожарной безопасности, руководящие документы МЧС России, регламентирующие порядок организации службы и реагирования на пожары подразделениями гарнизона. Изучены основные задачи и обязанности

должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона. В ходе диссертационного исследования проведен анализ информации, обрабатываемой должностными лицами пожарной охраны, задействованными в управлении пожарными подразделениями. Определен перечень геопространственных данных, необходимых для принятия решений при управлении пожарными подразделениями. Разработан порядок их сортировки и предоставления в виде геопространственной информации, при внедрении геоинформационной системы.

Научная новизна заключается в том, что разработкой подобных геоинформационных систем на территории России ранее не занимались, а исследования потребностей пожарно-спасательного гарнизона в геопространственных данных не проводились.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что при активном развитии ГИС технологий в МЧС России, на территории местных пожарно-спасательных гарнизонов не применяется ни одной геоинформационной системы, способной обеспечить должностных лиц гарнизона необходимой для руководства пожарными подразделениями информацией.

Практическая значимость исследования состоит в том, что применение геоинформационных систем в управлении пожарными подразделениями позволит сократить время реагирования подразделений и минимизировать негативные последствия от пожара.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- официальных публикаций на тему исследования;
- применением в ходе исследования действующих нормативно-правовых актов РФ;
- исследованием современных, используемых в подразделениях МЧС России геоинформационных систем;
- исследованием действующей служебной документации 31 отряда ФПС ГПС ГУ МЧС России по Самарской области.

Личное участие автора в подборе и изучении теоретического материала на тему диссертационного исследования, в том числе 6 англоязычных источников. В подборе метода исследования, определения целей и задач. Автором проведено изучение правовых актов и нормативной документации на тему диссертационного исследования. Лично проведен анализ времени реагирования подразделений Тольяттинского пожарно-спасательного гарнизона на территории г.о. Тольятти. Разработан порядок внедрения геоинформационных систем в управление пожарно-спасательным гарнизоном и проведен анализ эффективности предлагаемого внедрения.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты докладывались на следующих конференциях:

1. Король А.Г. Применение геоинформационных систем в управлении пожарными подразделениями. Сборник научных трудов по материалам XXXVIII Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 22 марта 2023 г.). – Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2023.

- На защиту выносятся:
- развитие и применение геоинформационных систем в мире,
- Классификация и принцип работы геоинформационной системы.
- Применение и правовое регулирование в области ГИС технологий в России.
- Применение геоинформационных систем пожарными и аварийно-спасательными службами в мире.
- Применение ГИС технологий в МЧС России.
- Принципы управления подразделениями пожарной охраны.
- Порядок внедрения геоинформационных систем в управление пожарно-спасательными гарнизонами.
- Исследование эффективности внедрения геоинформационных систем в управление пожарными подразделениями.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения. Содержит 5 рисунков, 10 формул, список использованной литературы (30 источников). Основной текст работы изложен на 76 страницах.

## Термины и определения

В настоящем отчете о НИР применяются следующие термины с соответствующими определениями:

- «пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [14],
- «пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ» [14],
- «опасные факторы пожара - факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу» [22],
- «пожарный гидрант - устройство для отбора воды из водопроводной сети для тушения пожара» [17],
- «очаг пожара - место первоначального возникновения пожара» [22],
- «геопространственная информация – это любые сведения (сигналы) об элементах местности (местных предметах), которыми обмениваются между собой живые и неживые системы и которые затем изображаются на картографических произведениях» [1],
- «геоинформационная система (ГИС) – это аппаратно-программный человекомашинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию информации и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием, управлением окружающей средой и территориальной организацией общества» [6],



- «геоинформатика – это наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по приложению ГИС для практических и научных целей» [6],
- «геоданные – это данные о предметах, формах территории и инфраструктурах на поверхности Земли, причем как существенный элемент в них должны присутствовать пространственные отношения (связи)» [6].

## Обозначения и сокращения

ГИС – геоинформационная система,

ГПС – государственная противопожарная служба,

ГУ – главное управление,

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба,

ПВ – пожарный водоем,

ПГ – пожарный гидрант,

РТП – руководитель тушения пожара,

ФПС – федеральная противопожарная служба,

ЦППС – центральный пункт пожарной связи,

ЦУКС – центр управления в кризисных ситуациях.

# **1 Анализ практики применения геопространственной информации для прогнозирования и ликвидации ЧС аварийно-спасательными службами и формированиями**

## **1.1 Анализ специфики применения геопространственной информации для управления пожарными подразделениями**

Геоинформатика применяется в управлении рисками стихийных бедствий и является развивающейся областью за последние два десятилетия. Геоинформатика, которая включает дистанционное зондирование, географическую информационную систему, системы глобального позиционирования и Интернет. Картографические услуги предоставляют самую мощную технологию для всех этапов борьбы со стихийными бедствиями, т.е. составления карт опасностей, мониторинга, оценки рисков, реагирования на чрезвычайные ситуации и реконструкции. При планировании ликвидации последствий стихийных бедствий необходимо будет учитывать пространственные и временные аспекты местоположения [29].

В течение последних двух десятилетий ГИС технология, направленная на предотвращение и ликвидацию последствий стихийных бедствий, была внедрена в эксплуатацию на территории Индии. И применяется для составления карт природных опасностей и мониторинга. В течение последнего десятилетия Индийская организация космических исследований инициировала несколько программ и проектов по составлению карт и мониторингу ландшафтов, опасностей и катастроф. Ключевыми среди них являются Программа поддержки в борьбе со стихийными бедствиями (комплексная программа, охватывающая различные инициативы, связанные с управлением рисками стихийных бедствий и реагированием на чрезвычайные ситуации), Национальная система оценки и мониторинга сельскохозяйственной засухи (NADAMS, в настоящее время под

управлением DMS), INFRASS для лесных пожаров мониторинг, Бхуван, Бхусампада (землепользование, почвенный покров), составление карт состояния опустынивания и деградации земель в Индии. Национальное картографирование пустошей. Определение границ водно-болотных угодий и составление карт и так далее. Управление рисками стихийных бедствий и реагирование на чрезвычайные ситуации), Национальный сельскохозяйственный. Система оценки и мониторинга засухи (NADAMS, в настоящее время под управлением DMS) [29].

Некоторые задачи городского управления, такие как борьба со стихийными бедствиями, доставка товаров и услуг и визуализация городского плана, решаются с использованием ГИС в качестве современного средства, поскольку задачи в этих процессах требуют высокого уровня и объема интегрированной геопространственной информации. Некоторые из этих задач, такие как управление реагированием на пожары, также требуют подробной геометрической и семантической информации о зданиях в виде геопространственной информации [27].

В 2010-2020 годах в США была организована масштабная исследовательская работа направленная на включение ГИС технологий в процесс управления пожарными подразделениями.

На первом этапе исследования разрабатывается сценарий возможного использования 3D моделей в процессе управления реагированием на пожары. На следующем этапе разрабатываются программные компоненты для передачи требуемого уровня формализованной и систематизированной информации из 3D модели в геопространственную среду. Разработанные программные компоненты затем проверяются с помощью 3D моделирования тестирования и валидация компонентов с помощью программирования. В документе сначала кратко излагаются общие сведения об информационном моделировании зданий и роли ГИС в управлении реагирования на пожары. Затем раскрывается разработка сценария использования и программных компонентов.

Принцип работы программно-аппаратного комплекса заключался в том, чтобы соединить в единую геоинформационную систему сведения и дорожной обстановке, ближайших и наиболее логичных маршрутах следования пожарных подразделений и полной характеристики зданий и сооружений. Сочетание 3D моделирования и геопространственной информации позволяет предоставлять наиболее полную информацию руководителю пожарного подразделения, что ускоряет и облегчает процесс принятия верного управленческого решения [27].

Еще одно применение геопространственной информации было предложено инженерами разработчиками из США. Разработанная и предложенная геоинформационная система призвана прогнозировать и моделировать обстановку, сложившуюся в ходе развития лесного пожара на территории населенного пункта, с целью подготовки диспетчерского персонала и руководителей тушения пожара.

Существуют два основных принципа моделирования пожара:

- эмпирическое моделирование,
- физическое моделирование.

Эмпирические модели созданы благодаря опыту реального пожара, т.е. данные модели используют статистические взаимосвязи, обнаруженные между развитием пожара и различными параметрами, протестированными в полевых условиях (Rotherm, 1972). В этом случае следует упомянуть FARSITE (Finney 1998), в которых используется принцип распространения волн Гюйгенса.

Второй тип, модели, основанные на физике, используют механизм конвекции и теплопередачи, а также методы вычислительной гидродинамики. Основными математическими инструментами, используемыми здесь, являются уравнения в частных производных и реакционно-диффузионные системы. Динамический симулятор пожара (FDS, Национальный институт стандартов и технологий – NIST) или FIRETEC (Linn et al. 2002) придерживаются этого подхода. Преимуществом этих

моделей является их точность в прогнозировании пожара. Но вычислительные затраты очень высоки. Математические модели слишком сложны, и компьютеры могут выдавать только приблизительные решения (Dumond 2008). Другим следствием сложности модели является то, что требуемое пространственное разрешение слишком велико. В отличие от двух предыдущих моделей, другие исследовательские работы приняли направление, отличное от сложных математических моделей. Их цель – сократить время вычислений и реализовать моделирование в реальном времени.

Интерактивное моделирование городских и лесных пожаров с поддержкой тушения 133 Гэри Л. Ахтемайер (2003) представил модель Rabbit, набор основных правил эволюции огня, которые реализуются как автономные агенты (the rabbits). Область применения модели Rabbit ограничена эволюцией лесного пожара.

Хамада (1951) - один из первых исследователей моделей городских пожаров. Его модель обеспечивала эмпирическое уравнение, описывающее скорость распространения огня в зависимости от скорости и направления ветра. Модель Хамады определяет состав поля с помощью идентичных строительные блоки отделены друг от друга на одинаковом расстоянии, и распространение огня имеет эллиптическую форму (Scawthorn et al., 2005).

Совсем недавно были созданы некоторые модели, основанные на физике (Lee et al. 2008). Этот тип модели обеспечивает большую точность моделирования, используя уравнения для описания теплопередачи между зданиями (излучение, конвекция), изменения температуры и формы пламени (направление, длина), выходящего из здания (Ивами и др. 2004) через окна.

Основанные на физике модели также используются для моделирования распространения огня в неоднородных городах (в отличие от модели Хамады) с более высоким разрешением (Вайзе и Бигинг, 1996).

Были предложены другие модели, основанные на физике, с использованием клеточных автоматов с ячейками сетки площадью 9 м<sup>2</sup>

(Ohgai et al. 2005) или векторного подхода, в котором каждое здание является векторным объектом (Iwami et al. 2004; Tanaka and Nimoto 2006). Одним из ограничений обеих моделей является то, что они ограничивают распространение огня на целые здания или отдельные этажи, не принимая во внимание внутреннюю структуру зданий (помещений). Предложенный в данной работе алгоритм представляет собой моделирование распространения городских и лесных пожаров, основными характеристиками которого являются развитие пожаров в лесных районах основана на топологии местности и погодных условиях. В городских районах для получения более точных результатов учитываются различные характеристики зданий [28].

В 2011 году на международной конференции в Цюрихе была представлена система «Геопространственное видео на базе БПЛА в реальном времени, интегрированное в ГИС-систему кризисного управления пожарными бригадами» [18].

Суть данной системы в том, что во время пожара видеозапись в прямом эфире с воздуха предоставляет пожарной команде дополнительный источник информации. Важным для эффективного использования дневных и инфракрасных видеоданных с БАС является то, что информация полностью интегрирована в систему управления в кризисных ситуациях пожарной команды. Это система на основе ГИС, в которой вся соответствующая геопространственная информация сводится воедино и автоматически распределяется по всем уровням организации.

В контексте голландского проекта Fire-Fly геопространственный видеосервер был интегрирован с беспилотным летательным аппаратом и системой кризисного управления пожарными бригадами, так что геопространственное видео с воздуха в реальном времени и производные продукты могут быть доступны на всех уровнях во время инцидента с пожаром. Наиболее важными элементами системы являются робот-вертолет Delftdynamics, система мультиплексирования видео, геопространственный видеосервер/редактор Keystone и системы кризисного управления Eagle и

CCS-M. В ходе обсуждения с регионом безопасности Северо-Восточный Гелдерланд были определены, продемонстрированы и оценены требования пользователей и концепция работы. В этой статье описывается технический и операционный подход и результаты [18].

Процесс организации тушения поджара на прямую связан с получением и обработкой информации о характеристиках местности, зданий и сооружений, находящихся в зоне пожара. Руководители пожарных подразделений обязаны использовать данную информацию как при прогнозировании возможных происшествий, подготовки личного состава, так и при руководстве подразделениями на месте возгорания. Специалисты всего мира разрабатывают и предлагают различные системы мониторинга, моделирования и прогнозирования возникновения и развития пожара, основанные на геопространственной информации и призванные повысить эффективность реагирования пожарных подразделений, а также снизить риск человеческих жертв и материального ущерба.

## **1.2 Анализ результатов мониторинга применения геопространственной информации. Перечень выявленных проблем, рисков в случаях применения геопространственной информации для управления пожарными подразделениями**

МЧС России это – Федеральный орган исполнительной власти РФ, уполномоченный на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, гражданской обороны, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

МЧС России осуществляет свою деятельность по средствам входящих в его состав:

- территориальных органов (главных управлений по субъектам РФ),
- подразделений ФПС ГПС МЧС России,



- подразделений ГИМС,
- спасательных воинских формирований,
- аварийно-спасательных и поисково-спасательных формирований,
- ± учебных заведений МЧС России.

Основные задачи функции МЧС России определены Положением о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [18].

Осуществляя свою деятельность на всей территории РФ МЧС России нуждается в точной и актуальной информации. Для реализации функции по и предупреждению чрезвычайных ситуаций органы управления и подразделения МЧС России используют большое количество геопространственных данных:

- данные о метеорологической и гидрологической обстановке,
- данные по пожароопасной обстановке,
- данные о состоянии водных объектов,
- данные о ледовой и паводковой обстановке,
- данные о лавиноопасной обстановке,
- данные о состоянии горных объектов,
- данные о состоянии вулканической и тектонической активности.

Основным подразделением МЧС России, осуществляющим мониторинг, прогнозирование и моделирование развития чрезвычайных ситуаций является Национальный центр управления в кризисных ситуациях, а также Центры управления в кризисных ситуациях Главных управлений МЧС России по субъектам РФ. Согласно постановления Правительства РФ «от 30 декабря 2003 года N 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [13] центры управления в кризисных ситуациях являются органами повседневного управления на федеральном, межрегиональном и региональном уровнях реагирования.

Для реализации задач антикризисного управления в ЦУКС применяются следующие геонформационные системы:

- «система мониторинга транспортных средств оперативных служб МЧС России (СМТ), привлекаемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций» [20];
- «программно-аппаратный комплекс «Служба экстренной помощи Команда-112» [20];
- «ГИС НЦУКС МЧС РФ» [20];
- ГИС «АИУС»;
- ГИС «Атлас опасностей и рисков»;
- ГИС «Термоточки»;
- ГИС «Личный кабинет ЕДДС».

В 2022 году в МЧС России разработали и запустили в эксплуатацию новейшую геоинформационную систему под названием «Атлас опасностей и рисков». Данная система является наиболее современной и активно развивающейся. В концепции развития данной программы минимизация использования других платформ и переход на единую государственную геоинформационную систему, позволяющую осуществлять мониторинг всех природных объектов, объектов инфраструктуры, природных климатических явлений.

Геоинформационная система «Атлас Рисков» представляет собой интерактивную карту с множеством слоев и большой информативностью. В настоящий момент данный проект находится в стадии развития, но расширение возможностей этого комплекса происходит очень быстро, а формат итоговой версии поистине впечатляет.

Уже сейчас благодаря этой программе можно в режиме реального времени получать оперативный метеорологический прогноз, с анализом опасных и неблагоприятных погодных явлений. Что позволяет органам повседневного управления РСЧС своевременно доводить оперативную

информацию до дежурных служб и организаций, а также рекомендовать им изменение режимов функционирования.

Общий вид интерфейса программы представлен на рисунке 1.

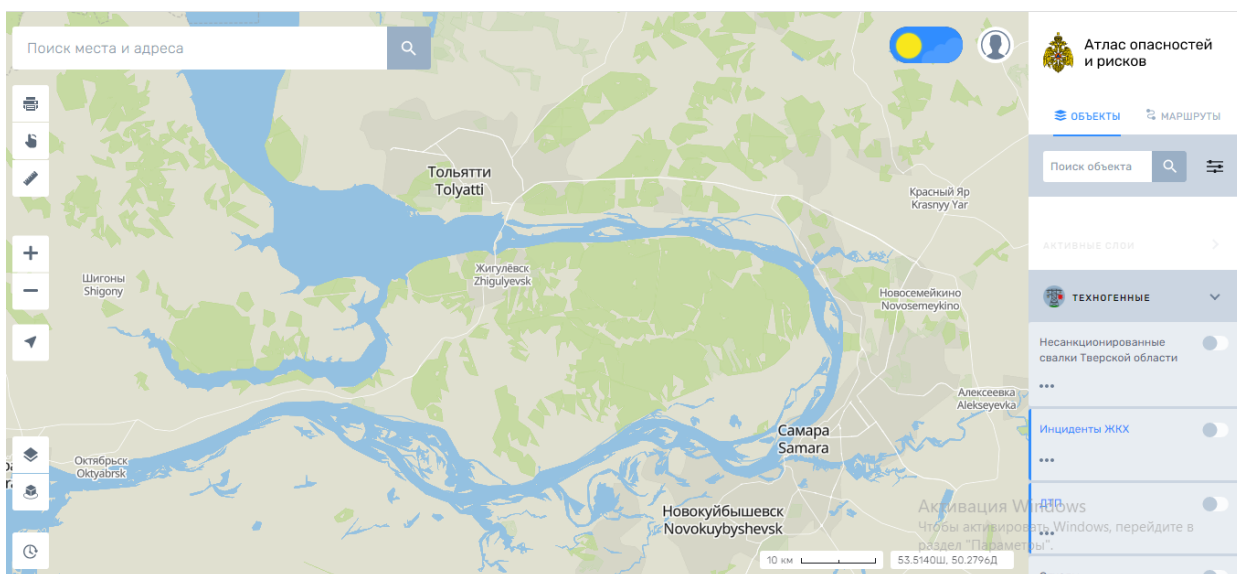


Рисунок 1 – Атлас опасностей и рисков

Общий вид оперативного прогноза представлен на рисунке 2.

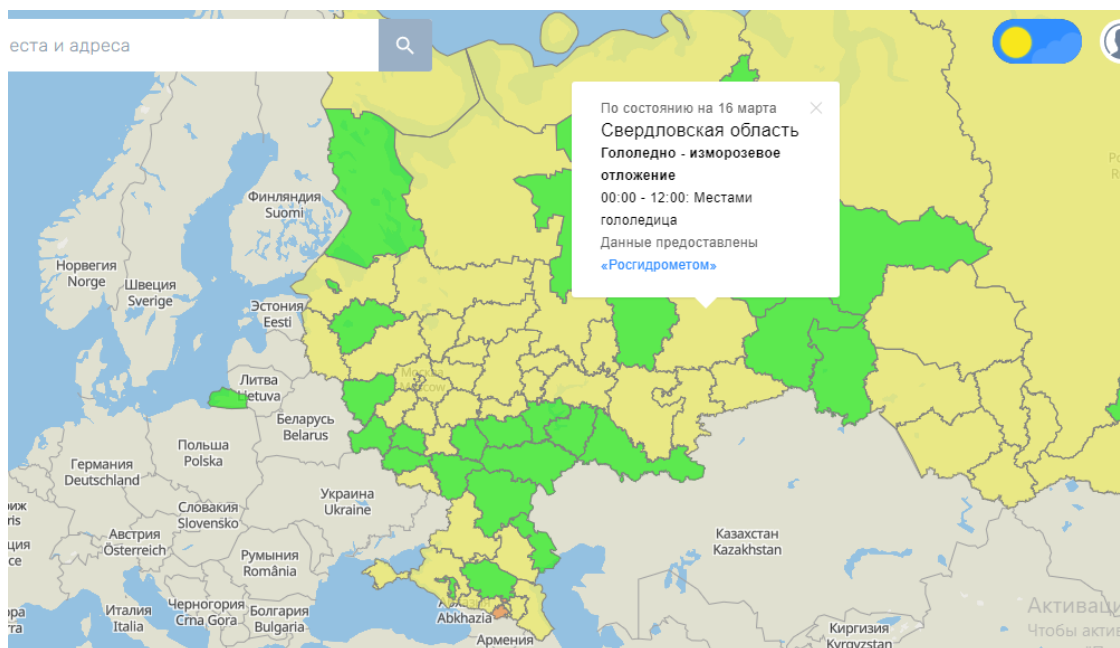


Рисунок 2 – Оперативный прогноз

В настоящей версии интерактивной карты уже существуют следующие геопространственные данные:

- данные о метеорологических явлениях,
- данные о состоянии автомобильных дорог Федерального значения (включая ДТП),
- данные об опасности лавин и оползней,
- данные о происшествиях на системах ЖКХ,
- данные о расположении опасных производственных объектах,
- данные о расположении социально-значимых объектах.

Дальнейшее развитие данной геоинформационной системы предполагает включение еще больше пространственных данных, за счет организации информационного взаимодействия и подключения к ее ресурсу большего количества федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти и государственных организаций, входящих в состав единой государственной системы предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Все информационные системы, применяемые в МЧС России, используются в основном для мониторинга и прогнозирования ЧС. Они призваны увидеть угрозу и скоординировать руководителей территориальных органов на принятие управленческих решений, таких как перевод подчиненных подразделений в режимы повышенной готовности, перевести аэромобильные группировки в готовность реагирования на возможные ЧС, определить порядок их выдвижения и размещения.

Однако наиболее частыми и опасными происшествиями, уносящими человеческие жизни и приносящими, материальный ущерб являются техногенные пожары. Спрогнозировать пожары в жилом секторе и на производственных объектах крайне сложно. Можно лишь опираться на многолетний анализ зависимости их роста и уменьшения от метеорологических явлений, причем скорость предоставления метеоданных не является существенной в данном случае. Наибольшую роль в тушении

техногенных пожаров является скорость реагирования пожарных подразделений и грамотное управление ими непосредственно на месте тушения.

Для принятия правильных решений, связанных с высылкой, следованием и руководством подразделениями, должностным лицам пожарно-спасательного гарнизона приходится опираться на большое количество данных, таких как:

- адрес объекта и его характеристика,
- район выезда подразделения,
- состав привлекаемых сил и средств,
- кратчайший маршрут следования,
- дорожная обстановка,
- наличие и исправность ближайших водоисточников.

Это далеко не полный список данных, которые необходимы руководителю тушением пожара.

К сожалению, в настоящий момент в России отсутствуют геоинформационные системы направленные на повышение эффективности управления пожарными подразделениями.

Согласно Федерального закона от 18.11.1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности» [14] пожарная охрана в РФ подразделяется на:

- государственную,
- ведомственную,
- муниципальную,
- частную,
- добровольную.

В свою очередь государственная пожарная охрана подразделяется на:

- федеральную противопожарную службу,
- противопожарную службу субъекта РФ.

Согласно постановления Правительства РФ от 20.06.2005 №385 «О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной

службы» [16], федеральная противопожарная служба входит в состав Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Задачами ФПС ГПС являются:

- осуществление государственного федерального пожарного надзора,
- осуществление пожарной профилактики,
- тушение пожаров в населенных пунктах, закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных государственных объектах, на объектах, охраняемых подразделениями ФПС на договорной основе, на мероприятиях федерального уровня;
- координация деятельности всех видов пожарной охраны,
- осуществление научно-исследовательской деятельности в области пожарной безопасности,
- подготовка в области пожарной безопасности в учебных заведениях и организациях МЧС России.

Противопожарная служба субъекта Российской Федерации создается органами Государственной власти субъекта, ее деятельность регламентируется нормативно-правовыми актами субъекта РФ. В ее задачи входят:

- организация пожарной профилактики на территории субъекта;
- тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на территории субъекта.

Муниципальная пожарная охрана создается органами местного самоуправления муниципального образования, с целью обеспечения пожарной безопасности на территории данного муниципального образования.

Деятельность добровольной пожарной охраны регулируется Федеральным законом от 20.04.2011 №100-ФЗ «О добровольной пожарной охране» [12]. Добровольная пожарная охрана может создаваться в виде

общественных объединений и общественных организаций на федеральном, субъективном и муниципальном уровне. Задачами добровольной пожарной охраны являются:

- профилактика пожаров,
- спасение людей и имущества при тушении пожаров.

Ведомственная пожарная охрана создается федеральными органами исполнительной власти, а также государственными организациями, эксплуатирующими пожароопасные объекты, для обеспечения пожарной безопасности на подведомственных им объектах. Порядок создания, реорганизации и ликвидации данных подразделений определяется ведомственными организационно-распорядительными документами.

Частная пожарная охрана создается в населенных пунктах и организациях для обеспечения пожарной безопасности на договорной основе. Порядок и условия ее деятельности определяется руководителем организации с учетом требований основных правовых актов РФ.

Независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности подразделений пожарной охраны они входят в состав пожарно-спасательных гарнизонов пожарной охраны. Организация гарнизонной службы пожарной охраны определяется «Положением о пожарно-спасательных гарнизонах» [19], утвержденным приказом МЧС России от 25.10.2017 №467. Данное положение определяет порядок организации службы в пожарно-спасательных гарнизонах, права и обязанности его должностных лиц, а также порядок привлечения сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

Различают 2 вида пожарно-спасательных гарнизонов:

- территориальный пожарно-спасательный гарнизон (далее ТПСГ),
- местный пожарно-спасательный гарнизон (далее МПСГ).

Территориальный пожарно-спасательный гарнизон создается в субъекте РФ и его границами является территория субъекта. В состав территориальных гарнизонов входят местные пожарно-спасательные

гарнизоны. МПСГ объединяют в себе подразделения пожарной охраны одного или нескольких граничащих между собой муниципальных образований [19].

«К силам и средствам гарнизона относятся» [19]:

- «должностные лица гарнизона и личный состав подразделений гарнизона» [19],
- «пожарная техника, находящаяся на вооружении подразделений гарнизона» [19].

Пожарные гарнизоны создаются с целью обеспечения условий, необходимых для качественного реагирования на пожары подразделений пожарной охраны, для обеспечения взаимодействия между разными видами пожарной охраны, а также службами жизнеобеспечения и организациями, привлекаемыми для проведения работ, связанных с тушением пожара и проведением АСР, а также обеспечение связи и общего руководства.

Для выполнения координации и управления подразделениями, входящими в состав гарнизонов, создаются должностные лица и нештатные службы гарнизона. Должностными лицами гарнизона являются:

- «начальник гарнизона» [19],
- «заместитель (заместители) начальника гарнизона» [19],
- «оперативный дежурный гарнизона» [19],
- «диспетчер гарнизона» [19],
- «начальники нештатных служб гарнизона (оперативного реагирования, газодымозащитной, технической, связи, профилактики пожаров» [19].

К должностным лицам непосредственно участвующим в руководстве пожарными подразделениями при тушении пожара относятся начальник гарнизона, оперативный дежурный и диспетчер гарнизона.

Начальниками гарнизонов назначаются:

- территориального пожарно-спасательного гарнизона – начальник главного управления МЧС России по субъекту РФ,



- местного пожарно-спасательного гарнизона – руководитель подразделения ФПС дислоцированного на территории муниципального образования, входящего в его состав.

Начальник гарнизона осуществляет общее руководство подразделениями, входящими в его состав, а также лично участвует в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в роли РТП.

Оперативным дежурным гарнизона является:

- штатный оперативный дежурный ГПС, при наличии данной штатной должности в подразделении;
- начальник дежурной смены службы пожаротушения, при наличии данной службы в подразделении;
- назначенное должностное лицо подразделения ГПС, аттестованное на право руководства тушения пожара и привлекаемое к несению круглосуточного дежурства, согласно установленного начальником гарнизона графика.

В задачи оперативного дежурного гарнизона, в рамках оперативного руководства пожарными подразделениями входит:

- знание оперативной обстановки в гарнизоне;
- знание мест расположения и характеристики важных пожароопасных, потенциально опасных и социально-значимых объектов, а также их характеристики;
- контролировать постановку в боевой расчет пожарной техники (в том числе вводимой в боевой расчет резервной техники, при тушении пожаров по повышенным номерам);
- руководство работой диспетчера гарнизона;
- руководство тушением пожара и проведением АСР.

Диспетчером гарнизона является диспетчер ЦППС или диспетчер пожарно-спасательной части.

«Диспетчер гарнизона при осуществлении своей деятельности обязан»

[19]:

- «знать оперативную обстановку в гарнизоне, места дислокации и районы (подрайоны) выезда подразделений гарнизона, в том числе входящих в состав АМГ и ОП, перечень организаций, на которые, по первому сообщению, о пожаре (ЧС) подразделения гарнизона высылаются по повышенному номеру (рангу) пожара, список улиц, организаций, населенных пунктов и участков территории, не обеспеченных источниками наружного противопожарного водоснабжения (далее - безводные участки)» [19];
- «осуществлять прием и обработку поступивших сообщений по телефонным линиям связи или другими способами» [19];
- «направлять к месту вызова силы и средства подразделений гарнизона в соответствии с расписанием выезда подразделений местного гарнизона для тушения пожаров и проведения АСР» [19];
- «обеспечивать передислокацию сил и средств гарнизона в рамках своей компетенции по согласованию с оперативным дежурным и начальником гарнизона» [19];
- «обобщать сведения о силах и средствах гарнизона» [19];
- «осуществлять прием и передачу информации с места пожара (ЧС)» [19];
- «выяснять с помощью справочной документации, а также через службы жизнеобеспечения, оперативно-тактические особенности организаций, уровень загазованности, радиационную обстановку, предполагаемые изменения метеоусловий и при получении сведений немедленно докладывать их РТП (РЛЧС)» [19].

Непосредственное и незамедлительное реагирование, по первому, сообщению о пожаре осуществляется силами и средствами дежурных караулов пожарных подразделений. С целью поддержания в постоянной готовности сил и средств караулов в пожарно-спасательных гарнизонах создается и организуется караульная служба. Порядок организации

караульной службы определен приказом МЧС России от 20.10.2017 №452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны» [23].

Порядок организации и тушения пожара регламентирован приказом МЧС России от 16.10.2017 №444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» [2].

«Боевые действия по тушению пожаров начинаются с момента получения сообщения о пожаре и считаются законченными с момента восстановления боеготовности подразделения пожарной охраны к тушению пожара и проведению АСР» [2].

«Боевые действия по тушению пожаров включают следующие этапы» [2]:

- «прием и обработка сообщения о пожаре» [2],
- «выезд и следование к месту пожара» [2],
- «прибытие к месту пожара» [2],
- «управление силами и средствами на месте пожара» [2],
- «разведка пожара» [2],
- «спасение людей» [2],
- «боевое развертывание сил и средств» [2],
- «ликвидация горения» [2],
- «проведение АСР, связанных с тушением пожара, и других специальных работ» [2],
- «сбор и следование в место постоянной дислокации» [2],
- «восстановление боеготовности подразделения пожарной охраны» [2].

Наиболее важными этапами с точки зрения принятия управленческих решений, напрямую влияющих на ход тушения пожара, являются сбор и обработка сообщения, выезд и следование, разведка и управление силами и средствами. В рамках темы научного исследования следует рассмотреть

данные этапы боевых действий с точки зрения информационного обеспечения должностных лиц и его влияния на принятия решений.

Первым этапом в процессе управления пожарными подразделениями является прием и обработка сообщения о пожаре. На данном этапе диспетчеру местного пожарно-спасательного гарнизона поступает информация о пожаре от заявителя. Основанием для высылки подразделений могут служить:

- сообщение о пожаре по телефону «01» (или через диспетчера ЦОВ «112»),
- устное сообщение от заявителя,
- визуальное обнаружение признаков пожара.

При получении сообщения от заявителя диспетчер пожарно-спасательного гарнизона выясняет основную необходимую для высылки сил и средств информацию:

- адрес места пожара,
- наименование объект пожара,
- наличие угрозы жизни людей,
- данные о заявителе,
- номер телефона заявителя,
- любая дополнительная информация способная повлиять на ход тушения пожара (особенности объекта, пути подъезда, наличие домофонов, ворот шлагбаумов и т.д.).

На основании полученной от заявителя информации диспетчер гарнизона принимает решение о высылке сил и средств. Для принятия данного решения необходимо решить несколько задач:

- установить в районе выезда какого подразделения находится объект;
- установить по какому рангу пожара предусмотрена первоначальная высылка пожарных подразделений;
- если предусмотрен повышенный ранг пожара, установить состав основной и специальной техники, привлекаемый для тушения;

- установить составлен ли на данный объект документ предварительного планирования боевых действий;
- установить вид документа и его номер;
- установить какие дополнительные службы будут необходимы к месту тушения.

Для получения всей необходимой информации диспетчер использует ряд источников:

- план, схема населенного пункта;
- расписание выезда пожарных подразделений;
- перечень объектов, на которые предусмотрена высылка подразделений по повышенному рангу пожара;
- строевая записка сил и средств пожарно-спасательного гарнизона;
- перечень объектов, на которые составлены документы предварительного планирования боевых действий;
- соглашение со службами жизнеобеспечения.

Следующий этап это – выезд и следование к месту пожара. На данном этапе основным решением для руководителя тушения пожара является прокладка наиболее оптимального маршрута к месту вызова. Для этого начальнику караула (командиру отделения) необходимо решить следующие задачи:

- установить место нахождения объекта,
- установить кратчайший маршрут следования,
- установить наличие перекрытых проездов и подъездов,
- оценить дорожную обстановку в районе выезда,
- установить наиболее оптимальные места для установки пожарной техники.

Для получения данной информации начальник караула использует следующие источники:

- план-схема района выезда,
- журнал перекрытых проездов,

Информацию о дорожной обстановке, наличии шлагбаумов и заборов дежурный караул получает из личного опыта и оперативно-тактического изучения районов выезда.

Третий и наиболее важный этап боевых действий – разведка пожара. Назвать данный этап третьим это не совсем корректно. Разведка пожара это – процесс сбора сведений о пожаре. Разведка начинается с момента поступления сообщения о пожаре и заканчивается после его ликвидации. Тем самым два вышеописанных этапа, в рамках получения информации являются разведкой.

В рамках проведения разведки непосредственно на месте пожара руководитель тушения пожара должен решить следующие задачи:

- установить наличие и расположение ближайших водоисточников,
- установить степень огнестойкости объекта,
- установить места возможного нахождения людей,
- установить наличие и размещение взрывоопасных и пожароопасных помещений,
- установить наличие установок под напряжением и возможность их отключения,
- установить наличие и исправность систем пожаротушения.

Для получения данной информации руководитель тушения пожара использует:

- планшет и справочник водоисточников,
- план или карточку тушения пожара.

При отсутствии на объект пожара документов предварительного планирования боевых действий всю информацию о его характеристиках, степени огнестойкости и пожарной опасности руководитель тушения пожара получает на месте от представителей объекта и входе разведки непосредственно на территории и внутри здания.

Управление силами и средствами на пожаре представляет собой организацию боевых действий и принятие управленческих решений на

основании данных получаемых в ходе разведки. Для организации процесса управления по решению руководителя тушения пожара может быть создан нештатный орган управления – оперативный штаб пожаротушения.

Задачами оперативного штаба являются:

- сбор и обработка информации, получаемой в ходе непрерывной разведки;
- расчет сил и средств, необходимых для выполнения основной задачи;
- подготовка предложения руководителю тушения пожара;
- взаимодействие с администрацией объекта и службами жизнеобеспечения;
- обеспечение выполнения распоряжений руководителя тушения пожара;
- составление планов и схем;
- ведение документации.

Оперативный штаб в своей основе является органом сбора обработки и передачи информации на месте пожара. В техническое оснащение оперативного штаба входит электронно-вычислительная техника, средства связи и автономного энергоснабжения.

На сегодняшний день каждое пожарное подразделение оснащено оргтехникой с возможностью выхода в интернет, а также возможностью работы в локальных сетях МЧС России. Дежурные караулы и другие реагирующие подразделения оснащаются мобильными средствами связи и обработки информации (смартфоны, планшеты, ноутбуки). Техническое оснащение участников тушения пожара позволяет им пользоваться геоинформационными и пространственными данными, облегчающими принятие верных управленческих решений. Однако в настоящий момент в пожарно-спасательных гарнизонах данные информационные системы отсутствуют. Большая часть информации находится на бумажных носителях.

На основных пожарных автомобилях вывозятся папки и целые портфели документов.

Существование единой геоинформационной системы местного пожарно-спасательного гарнизона способна ускорить высылку сил и средств, ускорить прибытие подразделений к месту пожара и повысить эффективность принятия решений, направленных на выполнение основной задачи.

Выводы по разделу 1:

- геоинформационные системы широко применяются пожарно-спасательными и аварийно-спасательными службами во всем мире,
- ГИС технологии используются для мониторинга обстановки в зоне ЧС и для подготовки аварийно-спасательных формирований к действиям по ее ликвидации,
- в МЧС России также широко применяется и развивается направление применения геоинформационных систем,
- основными пользователями ГИС в МЧС России являются центры управления в кризисных ситуациях,
- на основании данных ГИС производится мониторинг природной среды и прогнозирование ЧС природного характера на уровне федерального и межрегионального взаимодействия,
- наибольшую угрозу жизни и здоровью людей несут техногенные пожары в населенных пунктах,
- принятие решений по управлению пожарными подразделениями требует большого количества информации,
- в настоящий момент не существует геоинформационных систем, объединяющих в себе данные способные повысить эффективность управления пожарными подразделениями.



## **2 Методы и средства применения геопространственной информации**

### **2.1 Анализ методов и средств применения геопространственной информации**

Геопространственная информация (ГИ) – ничто иное, как сведения о земле и расположенных на ней объектах. Человеку для его выживания и развития, всегда было необходимо понимать особенности территории, на которой он проживал. Появление первых карт можно считать первым способом обработки и фиксации геопространственной информации. Совершенствование технологий получения, обработки и фиксации данных неизбежно влияло и повышение уровня знаний о поверхности земли.

Цифровизация данных, появление мировых электронных сетей послужили толчком созданию геоинформационных систем (ГИС). Понятие «Геоинформационная система» не является новой концепцией, и оно развивалось в течение ряда поколений, каждое из которых характеризуется меняющимися целями, доступными технологиями и основными заинтересованными сторонами, участвующими в их разработке, внедрении и использовании.

Для понимания истории развития ГИС следует выделить основные вехи в ее истории. Также следует осветить эволюцию технических средств, используемых для получения ГИС за последние несколько десятилетий. В истории геопространственной информации во всем мире для ее эволюции в нынешнюю форму, был важен ряд вех, большинство из которых связаны с действиями правительства, т. е. обновлениями политики. Примечательно, что эти этапы различаются по своему характеру, например, по административному аспекту, исследовательской цели или географическому охвату. Тем не менее, они дают разумное представление об аспектах, определявших эволюцию ГИС до сегодняшнего дня [6].

Во всем мире для эволюции ГИС в их нынешнюю форму можно выделить несколько основных этапов, большинство из которых связаны с действиями правительства, т. е. обновлениями политики. Примечательно, что эти этапы различаются по своему характеру, например, по административному аспекту, исследовательской цели или географическому охвату. Тем не менее, они дают разумное представление об аспектах, определявших эволюцию ГИС до сегодняшнего дня [6].

В качестве первого этапа ЕС инициировал программу CORINE в 1985 году с целью описания состояния окружающей среды в Европе. Эта программа была первой крупномасштабной попыткой в Европе собрать пространственные данные, охватывающие европейскую территорию, в соответствии с согласованными спецификациями с целью поддержки различных политик. Он представил свой первый общеевропейский набор данных о земной поверхности в 1990 году с обновлениями в 2000, 2006 и 2012 годах [6].

Второй этап начался более тридцати лет назад, когда в январе 1986 года был создан Австралийский совет по земельной информации (ALIC) 1992. Год спустя, в мае 1987 г., наступил третий этап, с публикацией доклада Британского правительственного комитета по расследованию обращения с географической информацией под председательством лорда Чорли (Coppock 1987). Этот отчет, также известный как отчет Чорли, заложил основу для большей части последующих дискуссий о ГИС в Великобритании и других частях мира. Хотя в отчете отражен энтузиазм комитета по поводу новой технологии, в нем также выражена озабоченность тем, что информационные технологии следует рассматривать как необходимую, хотя и не является достаточным условием для быстрого роста использования географических информационных систем [6].

Четвертым важным этапом в конце 1980-х годов стал выпуск первого номера Международного журнала географических информационных систем, также в 1987 году. Журнал, переименованный в Международный журнал

географической информационной науки в 1997 году, был первым научным журналом, посвященным ГИС [6].

Пятый этап настал в 1990 году, когда Управление бюджета США (OMB) учредило межведомственный Федеральный комитет по географическим данным (FGDC) для координации разработки, использования, совместного использования и распространения геодезических, картографических и связанных с ними пространственных данных. Основными задачами которого были разработка и внедрения стандартов обмена информацией, содействие развитию технологий, и организация взаимодействия с другими федеральными органами, заинтересованными в создании, сборе, использовании и передаче пространственных данных. Эти идеи впоследствии были развиты и расширены Комитетом картографии Национального исследовательского совета США в их отчете «На пути к скоординированной инфраструктуре пространственных данных для нации» (National Research Council et al. 1993). В этом отчете, который можно рассматривать как шестую веху в истории ГИС, рекомендовалось разработать на федеральном уровне эффективную национальную политику, стратегии и организационные структуры для интеграции сбора, использования и распространения национальных геопространственных данных [6].

Седьмой этап является результатом расследования, проведенного Генеральным директором XIII (теперь DG Connect) Европейской комиссии (ЕК), который обнаружил, что в Европе существует сильный спрос на организацию, которая будет продвигать интересы европейского сообщества. сообщество ГИ. В результате в 1993 году была создана первая в мире междисциплинарная организация SDI регионального уровня. Видение Европейской зонтичной организации географической информации (EUROGI) заключалось не в том, чтобы «заменить существующие организации, а в том, чтобы стать катализатором эффективного сотрудничества между существующими национальными, международными, 1993 [6].

После 2000 г. эволюция ГИС во всем мире начала набирать еще большие обороты. Начала XXI века ознаменовано развитием международных отношений и международного права в области сбора, использования и обмена геоинформационными данными.

В 2016 году была опубликована инициатива Организации Объединенных Наций по глобальной геопространственной информации «United Nations initiative on Global Geospatial Information» [30].

В документе обсуждается роль инициативы Организации Объединенных Наций по глобальному геопространственному управлению информацией (UN-GGIM), описываются способы решения проблем, связанных с объединением статистики и геопространственной информации, путем использования национальных возможностей государств-членов [30].

На сегодняшний день геоинформационные системы настолько плотно вошли в нашу жизнь, что без геопространственной информации, передаваемой и получаемой в режиме реального времени современное общество существовать уже не сможет. Огромное количество искусственных спутников земли, непрерывно собирают и передают информацию о состоянии поверхности земли, метеорологической и гидрологической обстановке. Каждый пользователь современного смартфона в любой момент может получить сведения о своем местоположении, данные об объектах инфраструктуры, с указанием наименования организаций и основных сведениях о ней. И это речь идет о потребительских нуждах общества. Основываясь на геопространственной информации функционируют современные системы навигации всех видов транспорта, опираясь на данные ГИС функционируют энергетические службы, коммунальные организации, службы безопасности и жизнеобеспечения.

Теперь карты - это всего лишь один из результатов огромного объема данных о местоположении и аналитики в нашем взаимосвязанном мире. Мир открытий и возможностей, который растет благодаря интеллектуальным технологиям, большим данным, искусственному интеллекту, передовой

робототехнике, автоматизации, постоянному подключению к Интернету, повсеместным датчикам и цифровым сбоям. Мы можем рассматривать это как эволюцию, но история сочтет это настоящей революцией, почти такой же масштабной, как и первая. Это объединение человеческой, физической и цифровой сред и ведет к беспрецедентным изменениям в обществе, охватывающим жизнь, здоровье, досуг, работу, промышленность и наше социальную сферу [25].

Благодаря контекстуализированным знаниям по запросу люди и машины могут достичь независимости и взаимозависимости, которые ранее невозможно было себе представить. Проблемы решаются, используются возможности, предоставляются услуги и принимаются решения благодаря партнерству пользователей, данных, технологий и людей, связанных между собой через Интернет. Это невероятно сложная система, не имеющая однозначного ответа, но направление движения таково, что теперь мы можем масштабно решать вчерашние порочные проблемы и извлекать знания нажатием кнопки [25].

Хорошим примером является эпидемиология; речь идет об определении распространения болезни путем объединения множества источников информации с существующими знаниями и мощной аналитикой для моделирования будущего. Время и место становятся все более мощными интеграторами в предоставлении этих знаний. Но за этим стоит еще один уровень комплексного анализа здоровья, экономики и поведения людей, который позволяет принимать решения, основанные на фактических данных, в сжатые сроки. Затем решения становятся действиями на месте и во времени, и изменение становится возможным. Другой пример, беспилотные автомобили, похож, но в режиме реального времени. Вместо того чтобы человеческий мозг делал пространственно-временные прогнозы и принимал решения, машины делают это автоматически [25].

Время и место - вот суть термина "геопространственный". Геопространство обычно рассматривается в двух пересекающихся

контекстах. Во-первых, это основанный на местоположении подход к получению понимания и включает в себя людей и технологии, которые управляют, интегрируют и анализируют информацию, связанную с местоположением, будь то местоположение по GPS, адрес или относительное положение. Во-вторых, и это связано с этим, именно цифровое представление физического мира обеспечивает основу, на которой происходит большая часть физической, человеческой, социальной и цифровой деятельности в мире - карты и схемы завтрашнего дня, называемые здесь фундаментальной геопространственной информацией.

Геопространство больше не является специализированной областью, оно присутствует повсюду, от вездесущих приложений для смартфонов до исследования дальнего космоса. В результате геопространственная экосистема прошлого века была перегнана новыми отраслями 4IR, которые рассматривают 'геопространство' как один из аспектов бизнес-моделей в современной экономике знаний. Большинство из них делают это с помощью крупнейшей инфраструктуры в мире - Интернета. Они установили новую "планку" для всей геопространственной экосистемы, проложив путь от предоставления информации "что было где вчера" к обеспечению возможности "что произойдет, когда, где, как и почему?" Эта инфраструктура геопространственных знаний направлена на то, чтобы сделать это.

Новые информационные технологии, основанные на цифровых технологиях, работают в сложном мире. Существует просто слишком много информации, которую люди не могут обработать, что затрудняет понимание. Единичные линейные технологии будут заменены интегрированными технологиями, основанными на новых партнерствах и многочисленных источниках данных и аналитики. Основа качества геопространственная информация ценна сама по себе в цифровом пространстве, но в качестве основы для интеграции она действительно повышает ценность, и, если ее достоверное и заявленное происхождение и качество могут также помочь

преодолеть неопределенность и риск. Национальные геопространственные агентства могут обеспечить такую надежную основу, отсюда важность Интегрированной системы геопространственной информации Организации Объединенных Наций (IGIF ООН) в оказании помощи всем странам в совершенствовании управления геопространственной информацией. Инфраструктура геопространственных знаний охватывает эту структуру, поскольку она предоставляет правительствам и промышленности средства для совместного объединения геопространственных и более широких цифровых программ и инфраструктур во все более автоматизированной, динамичной глобальной среде в режиме реального времени.

Технологии влияют на все секторы бизнеса, от сельского хозяйства до инфраструктуры, от океанической экономики до розничной торговли, от здравоохранения до транспорта. Данные все чаще имеют атрибуты местоположения и времени, во многом благодаря GNSS, которая демократизировала позиции как для людей, так и для машин и является единственным наиболее ценным средством создания этой инфраструктуры геопространственных знаний. Происходит обмен данными, добавляется и измеряется ценность, вносятся денежные средства. Однако истинная ценность заключается в использовании данных, людей и технологий для получения знаний. Технология ГИС будет продолжать развиваться в ближайшие десятилетия, и нет никаких признаков замедления развития.

Растет объем сбора геопространственных данных с датчиков в режиме реального времени, особенно из космоса и на дорогах, но большая их часть не используется или в лучшем случае используется разово. Передовые вычисления 'на лету' позволяют обрабатывать эти данные для получения информации многократного использования, часть из которых позволит автоматически обновлять геопространственную информацию фонда.

Путь к автоматизации под водой, на земле, в воздухе и космосе, на заводах и в цифровых сервисах, таких как финансы и розничная торговля, будет продолжаться. В течение многих лет оборонная промышленность,

добывающая промышленность и сельское хозяйство использовали геопространственные данные в автоматизированных машинах, и теперь автомобили достигли этой взаимосвязи. В нашем мире GNSS и абсолютного положения также стоит напомнить себе, что люди эволюционировали в течение дарвиновского времени, чтобы мыслить пространственно относительным “эгоцентричным” образом, а не абсолютным положением. Удивительно, но за несколько десятилетий люди разработали машины, позволяющие делать то же самое.

«Много написано об основных глобальных вызовах, с которыми мы все сталкиваемся, но гораздо меньше о роли геопространственных возможностей в их решении» [25]:

- «изменение климата изменяет саму структуру экосистемы Земли, от которой зависят люди. После десятилетий споров многие страны сейчас переходят к реализации политики, нейтральной к выбросам углерода. Правительствам, предприятиям и гражданам предстоит принимать обоснованные решения, основанные на фактических данных, в основе которых лежат геопространственные знания» [25];
- «здоровье значительно улучшилось за последнее столетие и останется главным приоритетом для большинства стран в течение десятилетия, Covid-19 продемонстрировал разрушительный характер пандемий и ценность готовности, прогностического моделирования, принятия решений на основе фактических данных и эффективных планов» [25];
- «урбанизация предъявляет к городам огромные новые требования, постоянное ограничение людей, активов и ресурсов в динамично меняющейся 3D-среде увеличивает потребность в знаниях в режиме реального времени для оперативного управления городом и активного долгосрочного планирования» [25].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что:



- геопространственная информация в современном мире является залогом нормального существования и развития,
- геопространственные данные используются большинством организаций и служб для обеспечения всех сфер его жизнедеятельности современного общества,
- существующие и функционирующие в настоящее время геоинформационные системы делают нашу жизнь комфортной и безопасной,
- развитие цифровых технологий, способов обработки и передачи данных ежедневно открывают широкие возможности получения и использования геопространственных данных.

Фактически геоинформационная система – это одна из разновидностей автоматизированных информационных систем (АИС). Данные системы представляют собой программно-аппаратные комплексы и базы данных, применяемые для информационного обеспечения управленческой, инженерной, научной и других видов деятельности.

«Геоинформационная система (ГИС) – это аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию информации и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием, управлением окружающей средой и территориальной организацией общества» [26].

Научная деятельность по производству, изучению и внедрению геоинформационных систем называется – геоинформатика. Ее название происходит от сочетания латинского корня «геос», что в переводе означает – земля и «информатика», современного научного термина, обозначающего – научное направление, отрасль производства, занимающиеся исследованием и разработкой технологий, в области сбора, обработки и хранения

информации при помощи вычислительной техники. Геонформатика – научная деятельность, отрасль экономики и производства, объединяющая информационные технологии и географию.

«Классификация ГИС возможна по нескольким критериям» [6]:

- а) «по функциональным возможностям» [6]:
  - 1) «полнофункциональные ГИС – общего назначения» [6],
  - 2) «специализированные ГИС – ориентированные на решение конкретной задачи в какой-либо предметной области» [6],
  - 3) «информационно-справочные – системы для домашнего и информационно-справочного пользования» [6];
- б) «По архитектурному принципу построения» [6]:
  - 1) «закрытые системы» [6],
  - 2) «открытые системы» [6];
- в) «По территориальному (пространственному) охвату» [6]:
  - 1) «глобальные, или планетарные, ГИС (системы, предназначенные для анализа, решения и прогноза проблем на планетарном уровне)» [6];
  - 2) «общенациональные (направленные на решение задач одного государства, нации)» [6];
  - 3) «государственные (решение пограничных и межгосударственных задач)» [6];
  - 4) «региональные (решение задач отдельных областей, регионов, штатов)» [6];
  - 5) «локальные (решение задач малых городов, сел, поселков и т.д.)» [6];
- г) «По проблемной ориентации» [6]:
  - 1) «экологические и природопользовательские» [6];
  - 2) «отраслевые (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.)» [6];
  - 3) «инженерные (проектирование сооружений)» [6];

- 4) «имущественные (для обработки кадастровых данных)» [6];
- 5) «инвентаризационные» [6];
- 6) «для тематического и статистического картографирования» [6];
- д) «По тематике» [6]:
  - 1) «социально-экономические» [6],
  - 2) «кадастровые» [6],
  - 3) «инвентаризационные» [6],
  - 4) «туристические» [6];
- е) «По способу организации пространственных данных» [6]:
  - 1) «векторные (объекты описываются значениями координат)» [6],
  - 2) «растровые (объекты представляются в виде растрового изображения)» [6],
  - 3) «гибридные, или интегральные (совмещающие два вида данных)» [6];
- ж) «По масштабу» [6]:
  - 1) «мелкомасштабные» [6],
  - 2) «среднемасштабные» [6],
  - 3) «крупномасштабные» [6].

«Основу любой ГИС составляет автоматизированная картографическая система — комплекс приборов и программных средств, обеспечивающих создание и использование карт, которая состоит из ряда подсистем, таких как подсистемы ввода, обработки и вывода информации» [3].

Подсистема обработки данных включает в себя получение данных от различных источников, ввод данных оператором системы и хранение данных в базах или серверах.

Анализ данных представляет собой процесс обработки информации, статистический анализ, способы поиска информации в существующих базах, а также порядок ее вывода и предоставления оператору системы.

Подсистема использования информации подразумевает взаимодействие разработчика системы, ее администратора и пользователя, оператора. Данная

подсистема призвана отрегулировать порядок и способ предоставления данных, наиболее оптимальный для пользователя.

Любая геоинформационная система является сложным программно-аппаратным комплексом и для обеспечения ее функционирования необходим широкий штат специалистов различного профиля. Подсистема управления предназначена для организации взаимодействия между подразделениями, обеспечивающими ее функционирование.

Основные составные элементы геоинформационной системы представлены на рисунке 3

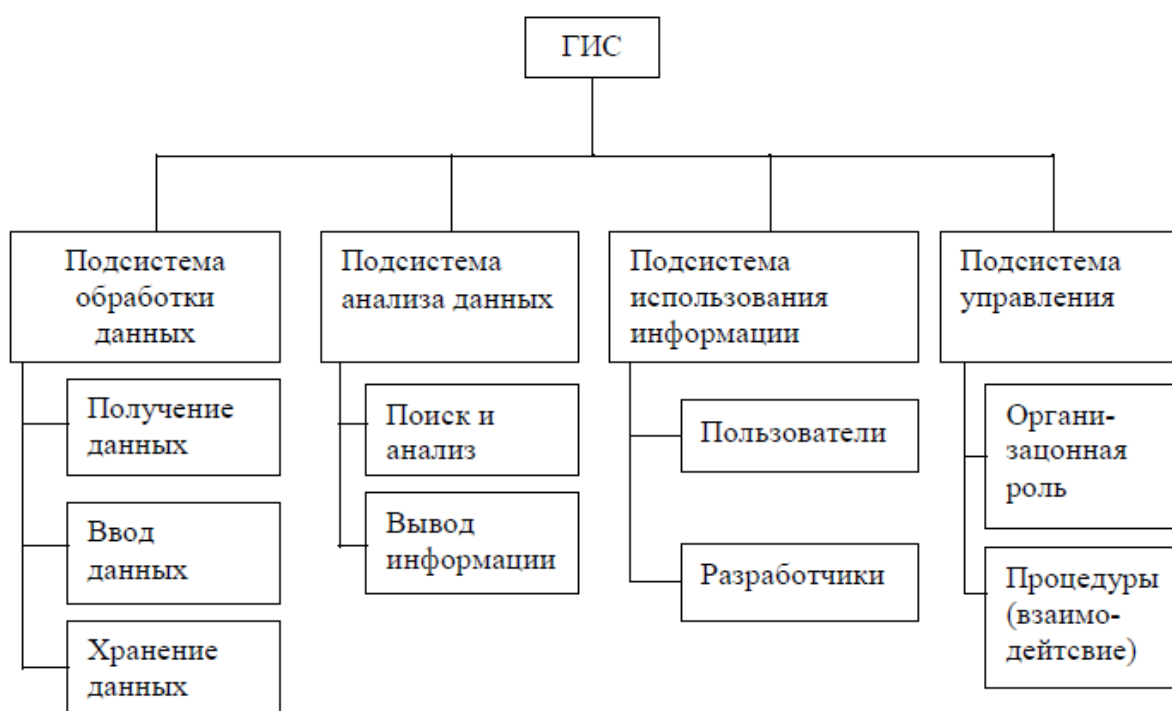


Рисунок 3 – Подсистемы ГИС

Геоинформационная система представляет собой совокупность аппаратного и программного обеспечения, географических или геопространственных данных, а также регламента функционирования системы [24].

Общее устройство геоинформационной системы представлено на рисунке 4.

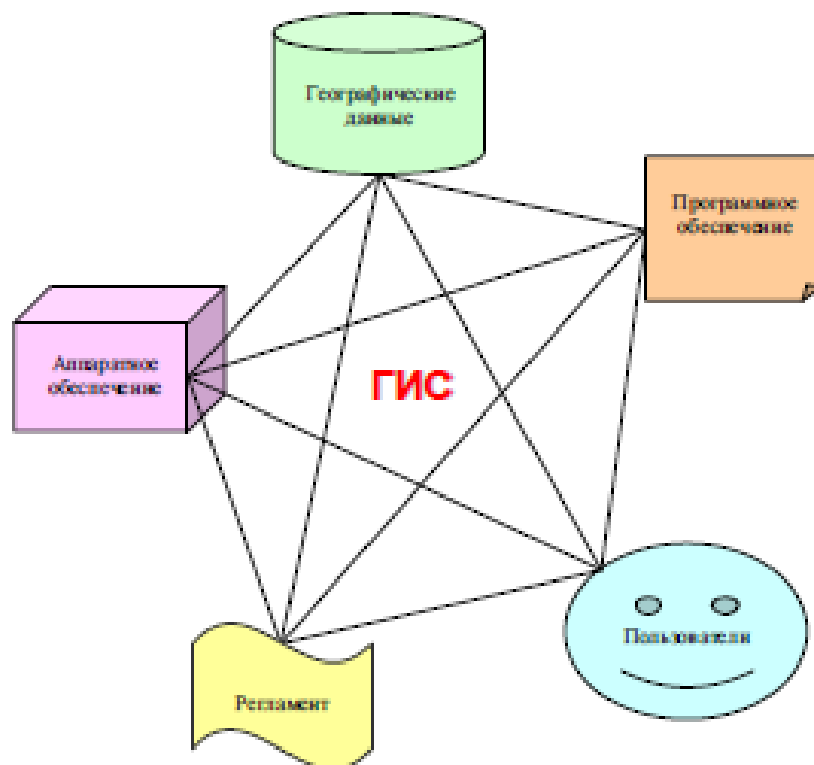


Рисунок 4 – Графическое представление ГИС

Аппаратное обеспечение ГИС является основой ее технических возможностей. Это компьютеры, локальные и глобальные сети, серверы, устройства ввода и вывода информации. Именно от данной составляющей ГИС зависит объем обрабатываемых геопространственных данных, а также производительность работы системы.

Программное обеспечение ГИС – это системная оболочка, а точнее совокупность системных оболочек всех составляющих технических устройств, объединенных единым программным центром.

Программное обеспечение ГИС выполняет такие задачи как:

- обеспечение ввода информации,

- интегрирование данных
- анализ и обработка данных,
- вывод и презентация.

Основной продукт деятельности геоинформационных систем – это геопространственная информация. То есть информация об объектах, существующих в реальном мире и находящихся на поверхности земли. Данная информация включает в себя два типа сведений:

- географические сведения,
- атрибутивные данные.

Географические сведения – это информация о положении объекта в географических координатах. То есть его положение в пространстве, сведения о форме рассматриваемого объекта и расположения относительно точки отсчета и других объектов.

Под атрибутивными данными понимаются сведения о характеристиках рассматриваемого объекта, таких как размеры, высота над уровнем моря, физические, химические или иные данные, уточняющие его свойства.

Создание геопространственных данных является основой работы ГИС. На этих данных основывается вся работа системы, следовательно, они должны отвечать ряду основных параметров:

- достоверность данных,
- сохранность данных,
- возможность обмена данными между существующими системами,
- возможность использования данных в следующих поколениях информационных систем.

Требования к географическим данным и особенности работы с ними требуют четкого системного подхода. Для организации этой работы создается регламент ГИС. Данный регламент определяет жесткий порядок работы всей системы, а именно сбор, хранение, анализ, вывод и обмен данными. Регламент ГИС основывается на государственных и

международных стандартах работы с геопространственными данными и соответствует всем требованиям правовых актов.

Неотъемлемой частью существования и развития ГИС являются профессиональные пользователи. Специалисты в области геоинформации и геоинформатики, люди. Разработчики и пользователи играют основную роль в функционировании геоинформационной системы.

«Ранее было определено, что ГИС выполняет функции ввода, интегрирования, хранения, обработки, анализа, моделирования и визуализации географической информации. Специфическими функциями, посредством которых ГИС выделяется в особый класс информационных систем, являются интегрирование, анализ и визуализация географической информации» [24].

## **2.2 Описание и возможность внедрения современных методов и средств с целью повышения эффективности применения геопространственной информации**

В настоящее время на территории Российской Федерации широко применяются различные ГИС технологии в территориальном и муниципальном управлении. В России принято выделять следующие уровни применения ГИС:

- «глобальный – уровень мира» [7],
- «всероссийский – уровень государства с прилегающей акваторией» [7],
- «региональный – субъекты федерации» [7],
- «локальный – ареал кризисных ситуаций» [7],
- «муниципальный – города, пригородные зоны, районы» [7].

«ИС федерального значения решают задачи информационного обслуживания аппарата административного управления и функционируют во всех регионах страны» [5].

«Территориальные (региональные) ИС предназначены для решения информационных задач управления административно-территориальными объектами, расположенными на конкретной территории» [5].

«Муниципальные ИС функционируют в органах местного самоуправления для информационного обслуживания специалистов и обеспечения обработки экономических, социальных и хозяйственных прогнозов, местных бюджетов, контроля и регулирования деятельности всех звеньев социально-экономических областей города, административного района и т. д.» [5].

«Информационная система управления – это совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, других технологических средств и специалистов, а также предназначенная для обработки информации и принятия управленческих решений» [5].

«Классификация информационных систем управления зависит от видов процессов управления, уровня управления, сферы функционирования экономического объекта и его организации, степени автоматизации управления» [5].

«Начиная с 2001 г. Федеральной службой геодезии и картографии России (Росреестр) был принят ряд методических документов, регулирующих отношения в области использования геоинформационных ресурсов и картографической продукции. В связи с этим была заложена правовая основа для упорядочивания отношений, создания определенных требований как к создателям геоинформационных систем, так и к их пользователям» [21].

Геоинформационные системы современная и активно развивающаяся структура информационно-цифровых технологий и законодательство в данной отрасли в настоящий момент так же находится в состоянии развития и совершенствования. Нормативно-правовая база в области ГИС технологий непрерывно обновляется и совершенствуется. По своей сути правовое



регулирование в области геоинформационных систем это регулирование между пользователями, собственниками и создателями данных систем.

Понятие геодезии и картографии, а также правовые отношения в области создания, хранения и обмена геоданными регламентированы Федеральным законом «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ [11].

В ст. 5 федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ [8].

Субъектами правовых отношений в области геопространственной информации являются Федеральные органы исполнительной власти РФ, органы государственной власти, юр. лица РФ, а также юр. лица иных государств. Особенность геопространственной информации в том, что в правовом отношении она регулируется, как интеллектуальная собственность – продукт научных изысканий и как информационный ресурс.

С точки зрения информации ГИС технологии подлежат государственному регулированию по следующим аспектам:

- «свобода поиска, получения, передачи, производства и распространения информации любым законным способом» [21];
- «установление ограничений доступа к информации только федеральными законами» [21];
- «открытость информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления и свободный доступ к такой информации, кроме случаев, установленных федеральными законами» [21];
- «равноправие языков народов РФ при создании информационных систем и их эксплуатации» [21];
- «обеспечение безопасности РФ при создании информационных систем, их эксплуатации и защите содержащейся в них информации»
- «достоверность информации и своевременность ее предоставления»

- «неприкосновенность частной жизни, недопустимость сбора, хранения, использования и распространения информации о частной жизни лица без согласия» [21];
- «недопустимость установления нормативными правовыми актами каких-либо преимуществ применения одних информационных технологий перед другими, если только обязательность применения определенных информационных технологий для создания и эксплуатации государственных информационных систем не установлена законом» [21].

Развитие ГИС технологий неотвратимо влечет за собой развитие и совершенствование правового регулирования в области геодезии и картографии. С целью реализации государственного управления в данной отрасли было разработано Распоряжение Правительства «Об утверждении Концепции развития отрасли геодезии и картографии» № 2378-р от 17.12.2010 [9].

Данный документ утверждает концепцию развития геодезии и картографии, согласно которой все Федеральные органы исполнительной власти, органы государственной власти, органы местного самоуправления, государственные корпорации должны получать актуальную и полную информацию о геопространственных данных, необходимую для реализации основных непосредственных задач в области государственного управления. Основными задачами выделенными данной концепцией являются:

- повышение качества и актуальности геопространственных данных, создаваемых за счет средств Федерального бюджета;
- повышение доступности карт и географических данных для указанных выше заинтересованных служб и организаций.

Для реализации целей концепции развития геодезии и картографии были разработаны следующие мероприятия:

- создание ортофотопланов и карт территории РФ, а также обеспечение их доступности для федеральных органов исполнительной власти;
- разработка алгоритма обмена картографическими данными между органами власти и государственными организациями;
- осуществление вывода на орбиту земли программно-аппаратного комплекса, способного осуществлять дистанционное зондирование поверхности Земли с разрешением не  $<0,5$  м;
- рассмотрение и актуализация ограничений на использование авторских прав, а также режимов ограниченного доступа к информации, содержащей геопространственные данные;
- установление обязанностей для органов власти и государственных организаций по разработке отраслевых карт и ортофотопланов;
- разработка государственных навигационных карт;
- передача всего картографического фонда РФ одной уполномоченной на решение задач в области картографии и геодезии организации;
- создание федерального геоинформационного портала и реализация мер по созданию электронного картографического фонда РФ.

В 2017 году был разработан план перехода на отечественные геоинформационные технологии, утвержденный распоряжением Президента Российской Федерации №163-рп от 18.05.2017 [10].

Данный документ устанавливает порядок и сроки разработки и внедрения геоинформационных систем, направленных на реализацию задач государственного и муниципального управления на территории Российской Федерации.

Нормативное регулирование деятельности по созданию ГИС в РФ регламентирована постановлением Правительства РФ от 06.07.2015 №676 «О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных

систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации» [15].

Общие технические требования, предъявляемые к разработке ГИС технологий, а также хранению, транспортировке, обмену и передаче геопространственной информации на территории РФ установлены государственным стандартом ГОСТ Р 52155-2003 «Географические информационные системы, федеральные региональные муниципальные» [4].

Таким образом государственная политика в области геоинформационных технологий подразумевает их развитие и широкое внедрение во все сферы территориального и муниципального управления. Государственная концепция развития геоинформационных систем направлена на повышение доступности геодезической и картографической информации для федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти, а также гос. корпораций, нуждающихся и заинтересованных в получении этой информации для целей повышения эффективности государственного управления.

Выводы по разделу 2:

- цифровизация данных, появление мировых электронных сетей послужили толчком созданию геоинформационных систем (ГИС);
- начальной точкой истории развития ГИС технологий считается дата создания и запуска программы CORINE в 1985 году с целью описания состояния окружающей среды в Европе;
- развитие геоинформационных систем продолжается непрерывно и напрямую связано с развитием цифровых технологий, процесса цифровизации данных и повышения качества обработки информации, получаемой от космических спутников;
- во всем мире разрабатывается и совершенствуется нормативно-правовая база использования и передачи геопространственной информации;

- на территории РФ разрабатываются и широко применяются геоинформационные системы в муниципальном и территориальном управлении;
- в 2017 году разработан план перехода государственных служб и организаций Российской Федерации на геоинформационные системы разработанные на территории России;
- в России разрабатываются и регулярно актуализируются нормативно-правовые акты в области ГИС технологий;
- геоинформационные системы подлежат правовому регулированию как нормативно правовыми актами в области геодезии и картографии, так и нормативными актами в области массовой информации;
- государственная политика РФ в области ГИС технологий направлена на повышение открытости и доступности геопространственной информации для федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти и гос. корпораций, заинтересованных в получении данной информации, с целью качественной реализации государственных программ.

### **3 Опытнo-экспериментальная апробация предлагаемых решений по повышению эффективности управления с применением геопространственной информации.**

#### **3.1 Программа внедрения методов и средств повышения эффективности. Результаты внедрения методов и средств повышения эффективности**

Управление пожарными подразделениями это сложный многоэтапный процесс, требующий от должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона обработки большого количества информации в короткие сроки. От принятия верного решения каждого из участников тушения пожара зависят жизнь и здоровье людей, а также сохранность материальных ценностей.

В рамках исследования возможности применения геопространственной информации для управления пожарными подразделениями были рассмотрены все аспекты организации гарнизонной и караульной службы на примере Тольяттинского местного пожарно-спасательного гарнизона. В рамках исследования были изучены:

- порядок учета сил и средств,
- порядок учета и хранения документов предварительного планирования боевых действий по тушению пожара,
- сбора и учета информации об оперативной обстановке в гарнизоне оперативным дежурным,
- порядок сбора и учета информации об источниках противопожарного водоснабжения,
- порядок сбора и учета информации о перекрытых участках дорог,
- порядок хранения и работы с расписанием выезда пожарных подразделений на территории Тольяттинского пожарно-спасательного гарнизона.

Проведено исследования оперативного реагирования подразделений Тольяттинского пожарно-спасательного гарнизона на пожары. В рамках данного исследования проведена оценка и анализ:

- времени приема сообщения о пожаре,
- времени затрачиваемого диспетчером гарнизона на обработку сообщения и высылку подразделений,
- времени выезда и следования пожарных подразделений в разное время суток.

В Тольяттинский местный пожарно-спасательный гарнизон входит два городских округа (Тольятти, Жигулёвск) и восемь муниципальных районов (Ставропольский, Елховский, Кошкинский, Челно-Вершинский, Сергиевский, Иса克林ский, Шенталинский, Клявлинский).

В Тольяттинском местном пожарно-спасательном гарнизоне дислоцируется 120 пожарных и пожарно-спасательных подразделений. В том числе:

- 14 подразделений ФПС, в том числе 3 договорных подразделения,
- 17 подразделений противопожарной службы субъект,
- 12 подразделений частной пожарной охраны,
- 72 подразделений добровольной пожарной охраны,
- 5 подразделений ведомственной пожарной охраны.

На территории Тольяттинского местного пожарно-спасательного гарнизона имеются:

- 9171 пожарных гидрантов,
- 326 пожарных водоёмов,
- 12 пожарных пирсов.

В Тольяттинском местном пожарно-спасательном гарнизоне имеется 151 единица пожарной техники, из них 89 единиц основной, 34 единицы специальной, из них 18 единиц специальной техники, 5 снегоболотоходов, 1 снегоход, 10 беспилотных авиационных систем, 28 единиц оперативно-служебных автомобилей.

Начальником Тольяттинского местного пожарно-спасательного гарнизона является начальник 31 пожарно-спасательного отряда ФПС ГПС ГУ МЧС России по Самарской области.

Должностными лицами Тольяттинского пожарно-спасательного гарнизона назначаются из числа сотрудников службы пожаротушения, центрального пункта пожарной связи и личного состава 31 отряда ФПС ГПС ГУ МЧС России по Самарской области.

Прием и обработка сообщения о пожаре осуществляется дежурной сменой ЦППС. В состав смены включены:

- радиотелефонист,
- диспетчер,
- старший диспетчер ЦППС.

Сообщения о пожаре принимаются от заявителя по телефону 01 или от диспетчера ЦОВ «112». Решение о высылке сил и средств принимается старшим диспетчером или диспетчером путем поиска адреса на электронной карте, выведенной на монитор персонального компьютера, определения района выезда подразделения и ранга пожара согласно приложения к расписанию выезда.

При проведении исследования было установлено, что время обработки сообщения и высылки подразделения зависит от характера объекта и ранга пожара, а именно:

- время обработки сообщения о пожаре в жилом секторе составляет от 30 до 60 секунд,
- время обработки сообщения о пожаре в промышленно-коммунальной зоне составляет от 60 до 120 секунд,
- время обработки сообщения о пожаре в лесном массиве не менее 120 секунд.

Проведенный анализ показывает, что наибольшее время при обработке сообщения о пожаре затрачивается на работу с приложением к расписанию выезда и определение ранга пожара, предусмотренного для данного объекта.



Обработка вызова при пожаре в жилой зоне не вызывает затруднений, так как большинство объектов предполагают ранг пожара №1 и №1-бис.

Пожары в промышленно-коммунальной зоне могут вызывать затруднения, так как не все объекты предполагают повышенный ранг пожара, а если он и предусмотрен, то не всегда сразу известно какой именно, №1-бис или №2.

Также в рамках диссертационного исследования проведена оценка времени прибытия пожарных подразделений. Опыт реагирования на пожары показывает, изменение дорожной обстановки не всегда происходит предсказуемо, а не зная дорожной обстановки в районе выезда найти оптимальные пути объезда сложных участков крайне сложно.

Так, например, время следования 86 ПСЧ 31 отряда ФПС ГПС в промышленно-коммунальную зону Центрального района (ул. Базовая) в нормальной дорожной обстановке, по кратчайшему маршруту (5 км) составляет 6,5 минут. А по наиболее длинному маршруту (7 км) 9 минут.

Тогда как в условиях затрудненного дорожного трафика время следования по кратчайшему маршруту займет 15 минут, а по длинному 10 минут.

Данная ситуация обусловлена тем, что короткий маршрут проходит через наиболее оживленные улицы, которые в часы наиболее активного дорожного трафика становятся максимально загруженными и их пропускная способность значительно снижется. Согласно п. 22 приказа МЧС России от 16.10.2017 об утверждении «Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» следование к месту вызова должно осуществляться по оптимальному маршруту. А выбор оптимального маршрута зависит от его протяженности и от складывающейся в районе выезда дорожной обстановке.

Таким образом владея информацией о дорожном трафике начальник караула может сократить время прибытия как минимум на 5 минут, что

существенно повлияет на ход развития пожара. Варианты маршрутов представлены на рисунке 5.

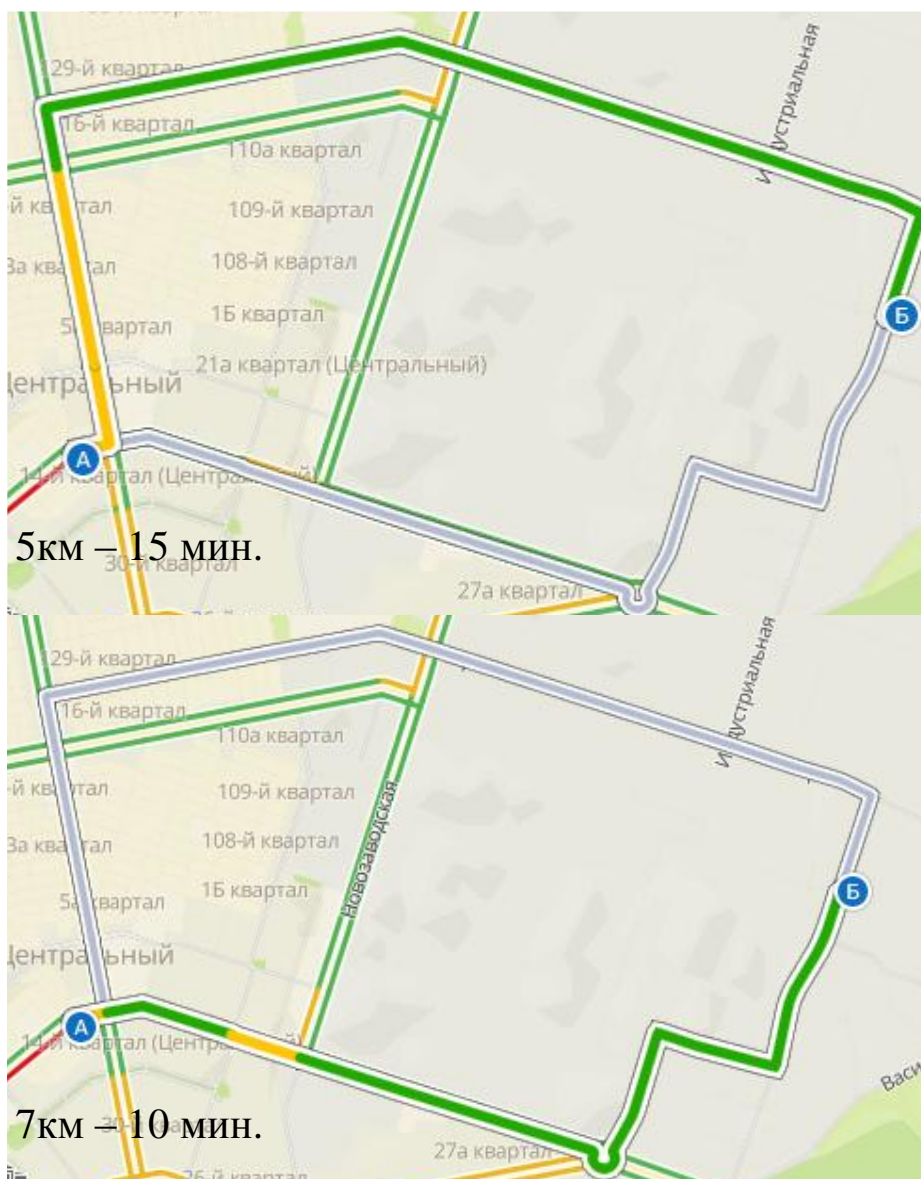


Рисунок 5 – Маршрут следования в нормальной дорожной обстановке

Для повышения эффективности реагирования подразделений местного пожарно-спасательного гарнизона целесообразно внедрение единой геоинформационной системы, объединяющей в себе основные данные необходимые для качественного руководства пожарными подразделениями при организации гарнизонной службы и реагировании на пожары.

Геоинформационная система местного пожарно-спасательного гарнизона – ГИС МПСГ должна выглядеть в виде интерактивной карты, состоящей из нескольких слоев. Каждый из слоев карты должен содержать данные необходимые каждому из участников тушения пожара.

В качестве основных слоев следует предусмотреть:

- диспетчерские данные,
- данные РТП,
- справочные данные.
- Слой «Диспетчерские данные» подразумевает следующие сведения:
  - визуальное картографическое обозначение районов выезда;
  - указание принадлежности территорий с границами муниципальных образований;
  - обозначение объектов, на которые предусмотрен повышенный ранг пожара (с указанием номера вызова);
  - состав сил и средств, привлекаемых по повышенному рангу,
  - карта лесных кварталов с обозначением объектов.
- Слой «Данные РТП» предполагает следующие сведения:
  - данные о дорожной обстановке (с указанием перекрытых проездов),
  - сведения о источниках противопожарного водоснабжения (с указанием характеристик сетей и неисправных ПГ),
  - сведения о характеристиках объекта (этажность, степень огнестойкости, эвакуационные и аварийные выходы),
  - сведения о газификации и электрификации объекта,
  - места установки специальной техники (для многоэтажных и высотных зданий),
  - отображение местонахождения следующих, к месту вызова пожарных автомобилей.

Слой «Справочные данные» предполагается для работы оперативного штаба и должен включать в себя:

- данные о составе сил и средств в каждом подразделении (строевая записка гарнизона),
- состав боевых расчетов каждого подразделения с указанием количества ГДЗС,
- на каждом объекте, на который разработан план или карточка пожаротушения ссылка на соответствующий документ в электронном виде,
- информация о введении в боевой расчет резервной техники.

Для наибольшей эффективности работы данной геоинформационной системы требуется подключение к ней всех подразделений, входящих в состав пожарно-спасательного гарнизона. Доступ к программе должны получать все диспетчера и радиотелефонисты пожарных частей, а также начальники караулов и должностные лица гарнизона, уровнем доступа необходимым для выполнения задач в рамках тушения пожара и организации гарнизонной службы.

Актуальность данных в системе ГИС МПСГ должна обеспечиваться своевременным внесением изменений, в базу данных должностными лицами нештатных служб гарнизона по своим направлениям деятельности, а также должностными лицами дежурных караулов, а именно:

- сведения о силах и средствах дежурных караулов, ежедневно радиотелефонистом пожарной части, при заполнении строевой записки;
- сведения о источниках наружного противопожарного водоснабжения ответственным должностным лицом гарнизона по итогам сезонных проверок,
- сведения о неисправных (отключенных) водоисточниках, регулярно ответственным должностным лицом, при ведении соответствующего журнала,

- электронный вид документов предварительного планирования тушения пожара, по мере корректировки, ответственными должностными лицами гарнизона.

Кроме того, обратная связь о состоянии пожарной техники, выведенной из боевого расчета по различным причинам, введенной в боевой расчет после пожара, а также о введенной в расчет резервная техника, незамедлительно должны отмечаться в установленном поле радиотелефонистом пожарной части. Отображение данной информации должно выводиться в виде сигнала или значка, отображаемого на всех слоях интерактивной карты, и читаться всеми должностными лицами гарнизона.

Информация о дорожной обстановке должна поступать со спутника и передаваться в режиме «online». Она должна включать в себя:

- состояние дорожного трафика,
- информацию о ДТП,
- информацию о дорожных работах,
- наиболее оптимальный маршрут следования.

ГИС МПСГ позволит в значительной мере сократить нагрузку на всех должностных лиц, участвующих в управлении пожарными подразделениями, повысить скорость и эффективность принятия решений.

При использовании системы ГИС МПСГ время принятия решения о высылке подразделений возможно сократить со 120 до 30 секунд, за счет того, что при введении адреса в программу, еще на этапе получения информации от заявителя, сведения о ранге пожара и о количестве сил и средств, привлекаемых его тушению, автоматически проявятся на экране монитора, что исключает работу с расписанием выезда, даже в сложных и затруднительных ситуациях, таких как границы районов и промышленно-коммунальная зона.

Предлагаемая геоинформационная система позволит сократить время следования пожарных подразделений в условиях сложного дорожного трафика. Имея информацию о дорожной обстановке в районе выезда,

дорожно-транспортных происшествиях и ремонтных работах на участках дорог начальник караула наиболее эффективно и в кратчайшие сроки сможет составить оптимальный маршрут следования к месту вызова, сократив время следования до 5 минут.

Каждый из руководителей тушения пожара, имея уже в пути следования к месту вызова достаточное количество информации об объекте, сосредоточении сил и средств, составе боевых расчетов подразделений, а при наличии и документы предварительного планирования действий по тушению пожара, сможет заблаговременно принять необходимые решения о расстановке сил и средств и дальнейших действиях по тушению пожара.

В комплексе снижение времени реагирования и повышение эффективности руководства тушением пожара на всех этапах позволит снизить гибель, травматизм и материальный ущерб, а также повысить уровень безопасности личного состава пожарной охраны.

### **3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов применения геопространственной информации для повышения эффективности управления пожарными подразделениями.**

С целью оценки эффективности применения геоинформационных систем в управлении пожарными подразделениями были рассмотрены 2 варианта развития пожара в складском здании по адресу г. Тольятти ул. Базовая, 4Б. Для сравнения были взяты два показателя времени прибытия к месту вызова в условиях плотного дорожного трафика:

- в первом случае начальник караула, пользуется план-схемой района выезда, не владеет в полной мере дорожной обстановкой и выбирает кратчайший маршрут следования (5 км), но более загруженный, так как проходит по центральным улицам (время прибытия 15 мин.)

- во втором случае начальник караула используя приложение ГИС МПСГ, владеет в полной мере дорожной обстановкой при следовании к месту вызова выбирает более длинный (7 км), но оптимальный маршрут следования (время прибытия 10 мин.).

С целью определения эффективности внедрения ГИС МПСГ, проведен расчет площади возможного пожара при использовании и без использования системы, а также определен экономический эффект.

Здание склада автозапчастей, кирпичное 2-х этажное размером в плане 150 х 50 м. Адрес: ул. Базовая, 4Б.

Привлекаемое подразделение – 86 ПСЧ. Адрес ул. Комсомольская ,119.

Для определения площади возможного пожара необходимо определить время,  $T_{св}$  его свободного развития по формуле:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} , \quad (1)$$

где  $T_{св}$  – время свободного развития пожара, мин.;

$T_{дс}$  – время до сообщения о пожаре, согласно справочным данным, при наличии АПС, принимается 3 мин;

$T_{сб}$  – время обработки вызова, сбора и следования к месту пожара, согласно справочным данным принимается равным 1 мин.;

$T_{сл}$  – время следования к месту пожар, согласно установленным данным составляет 15 мин.;

$T_{бр}$  – время боевого развертывания, согласно справочным данным принимается 3 мин.

Расчет времени свободного развития пожара без использования ГИС:

$$T_{дс}^1 = 2 + 1 + 15 + 3 = 21 \text{ мин,}$$

Расчет времени свободного развития пожара при использовании ГИС:

$$T_{дс}^1 = 2 + 1 + 10 + 3 = 16 \text{ мин},$$

Необходимо рассчитать путь, пройденный огнем  $R$ , по формуле:

$$R = 5V_{л} + V_{л}(T_{св} - 10), \quad (2)$$

где  $V_{л}$  – линейная скорость распространения пожара, по справочным данным принимаем 1 м/мин;

Расчет пути, пройденного огнем без использования ГИС:

$$R^1 = 5 \cdot 1 + 1 \cdot (15 - 10) = 55 \text{ м},$$

Расчет пути, пройденного огнем при использовании ГИС:

$$R^2 = 5 \cdot 1 + 1 \cdot (16 - 10) = 30 \text{ м},$$

Необходимо рассчитать площадь пожара. Так как в первом случае огонь дойдет до ограждающих капитальных стен в двух направлениях и примет прямоугольную форму площадь пожара  $S_{п}^1$  будет рассчитываться по формуле:

$$S_{п}^1 = R \cdot b, \quad (3)$$

где  $b$  – ширина помещения, согласно характеристик здания, равна 30 м.

$$S_{п}^1 = 55 \cdot 30 = 1650 \text{ м}^2,$$



Так как во втором случае, огонь не дойдет до противоположной капитальной стены и продолжит развиваться по угловой форме, площадь пожара  $S_{\Pi}^2$  рассчитываем по формуле:

$$S_{\Pi}^2 = \frac{\pi R^2}{4}, \quad (4)$$

$$S_{\Pi}^2 = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} = 706,5 \text{ м}^2,$$

Так как в первом случае пожар принимает прямоугольную форму, площадь его тушения  $S_{\Gamma}^1$  будет рассчитываться по формуле:

$$S_{\Gamma}^1 = b \cdot h \cdot n, \quad (5)$$

где  $n$  – количество направления введения стволов, исходя из характеристики здания, принимается 1;

$h$  – глубина тушения ручных стволов, по справочным данным 5 м.

$$S_{\Gamma}^2 = 50 \cdot 5 \cdot 1 = 250 \text{ м}^2,$$

Так как во втором случае пожар принимает угловую форму, то площадь его тушения  $S_{\Gamma}^2$  будет рассчитываться по формуле:

$$S_{\Gamma}^2 = S_{\Pi}^2 - \frac{\pi \cdot (R^2 - h)}{4}, \quad (6)$$

$$S_{\Gamma}^2 = 706,5 - \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \approx 216 \text{ м}^2,$$

Для определения времени локализации пожара, необходимо рассчитываем необходимое количество стволов  $N_{\text{ст}}$  по формуле:

$$N_{\text{ст}} = \frac{S_{\text{т}} I_{\text{тр}}}{q_{\text{ст}}}, \quad (7)$$

где  $I_{\text{тр}}$  – требуемая интенсивность подачи огнетушащих веществ, принимается по справочнику, для твердых горючих веществ 0,1 л/м<sup>2</sup>с;

$q_{\text{ст}}$  – расход пожарного ствола, на наиболее оптимальный принимаем РСКУ-70, с расходом 15 л/с.

Расчет требуемого количества стволов для тушения пожара без использования ГИС:

$$N_{\text{ст}}^1 = \frac{250 \cdot 0,1}{15} = 1,6 = 2 \text{ ст.},$$

Расчет требуемого количества стволов для тушения пожара при использовании ГИС:

$$N_{\text{ст}}^1 = \frac{216 \cdot 0,1}{15} = 1,44 = 2 \text{ ст.}$$

Для локализации и ликвидации пожара в обоих случаях потребуется 2 ствола РСКУ-70, следовательно, пожар может быть локализован первым прибывшим подразделением 86 ПСЧ, так как 2-х отделений, в составе дежурного караула для этого достаточно.

Исходя из проведенного расчета установлено, что развитие пожара будет ограничено временем прибытия первого пожарного подразделения.

Без использования геопрограммной информации начальником караула, время прибытия к месту пожара составит 15 мин, время свободного развития пожара 21 мин, а площадь пожара на момент локализации 2750 м<sup>2</sup>.

При использовании ГИС МПСГ начальником караула, время его прибытия составит 10 мин, время свободного развития пожара 16 мин, а его площадь на момент локализации 706,5 м<sup>2</sup>.

Рассчитаем возможные потери организации при средней стоимости готовой продукции на складе 75000 р.

Рассчитаем возможные потери организации в случае пожара без использования ГИС МПСГ ( $M(\Pi)^1$ ) по формуле:

$$M(\Pi)^1 = S_{\Pi}^1 \cdot 75000, \quad (8)$$

$$M(\Pi)^1 = 2750 \cdot 75000 = 206\,250\,000 \text{ р.}$$

Рассчитаем возможные потери организации в случае пожара при использовании подразделениями ГИС МПСГ ( $M(\Pi)^2$ ) по формуле:

$$M(\Pi)^2 = S_{\Pi}^2 \cdot 75000, \quad (9)$$

$$M(\Pi)^2 = 706,5 \cdot 75000 = 52\,987\,500 \text{ р.}$$

Рассчитаем экономический эффект ( $M(\text{Э})$ ) по формуле:

$$M(\text{Э}) = M(\Pi)^1 - M(\Pi)^2 \quad (10)$$

$$M(\text{Э}) = 20625000 - 52987500 = 153\,262\,500 \text{ руб}$$

Таким образом при использовании геоинформационной системы, опираясь на геопространственные данные, начальник караула может в сложной дорожной обстановке выбрав оптимальный маршрут следования сократить время прибытия к месту пожара на 5 минут.

Сокращая время свободного развития пожара на ранней стадии можно сократить его площадь на 2043,5 м<sup>2</sup>, при использовании одинокого количества сил и средств (2 отделения на АЦ, 2 ствола РСКУ-70). При этом материальный ущерб организации сократиться на 153 262 500 рублей.

Выводы по разделу 3:

- при принятии решения о высылке сил и средств диспетчер гарнизона должен обработать большое количество информации из разных источников, что усложняет задачу и увеличивает время ее выполнения;
- руководитель тушения пожара при отсутствии документов предварительного планирования на объект пожара не может спрогнозировать его развитие и последствия;
- начальник караула при следовании к месту вызова не имеет достаточной информации о дорожной обстановке, что затрудняет построение оптимального маршрута;
- при работе на пожаре оперативный штаб не всегда своевременно получает информацию о введении в боевой расчет резервной техники;
- применение геоинформационной системы, объединяющей в себе все необходимые для руководства пожарными подразделениями сведения, позволит снизить нагрузку на должностных лиц, повысить эффективность управления и время реагирования пожарных подразделений.

## Заключение

Тема магистерской диссертации: «Использование геопространственной информации для управления пожарными подразделениями».

Объектом исследования являлись геоинформационные системы.

Предметом исследования применение геоинформационных систем в обеспечении пожарной безопасности.

Целью исследования стало исследование эффективности применения геопространственной информации для управления пожарными подразделениями.

Гипотеза исследования состояла в том, что, разработка и внедрение специализированной геоинформационной системы, обеспечивающей работу местных пожарно-спасательных гарнизонов позволит сократить время реагирования подразделений на пожары и минимизировать их негативные последствия.

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

- изучены понятие и принципы работы геоинформационных систем,
- исследован мировой опыт использования геоинформационных систем,
- исследована нормативно-правовая основа применения геопространственной информации на территории РФ,
- исследован опыт применения геоинформационных систем аварийно-спасательными службами мира,
- исследован порядок применения геопространственной информации в МЧС России,
- исследованы принципы управления пожарными подразделениями,
- определен порядок внедрения ГИС технологий в систему управления пожарно-спасательными гарнизонами,
- исследована эффективность использования геопространственной информации для управления пожарными подразделениями.

В ходе проведения диссертационного исследования установлено, что применение геопространственной информации является неотъемлемой частью современного общества. Ни одна крупная корпорация на сегодняшний день не обходится без собственной геоинформационной системы, выполнение многих задач. На сегодняшний день интерактивные карты с максимально понятным интерфейсом и огромным количеством данных доступны абсолютно любому человеку.

В Российской Федерации ГИС технологиями пользуются не только коммерческие компании, но и федеральные органы исполнительной власти, органы государственной власти, органы местного самоуправления. Разработана классификация геоинформационных систем по уровням государственного и муниципального управления.

Во всем мире давно оценили возможности ГИС технологий и в области обеспечения безопасности населения. Геоинформационные системы используются пожарными и аварийно-спасательными службами. Сфера применения данной технологии довольно широка, от прогнозирования развития природных катаклизмов, до моделирования обстановки на пожаре внутри отдельного здания.

В МЧС России также существует целый перечень информационных систем, основной задачей которых является мониторинг обстановки на территории РФ и своевременная передача оперативной информации об угрозе чрезвычайной ситуации. Наиболее современной и информативной в системе МЧС России программой на сегодняшний день является «Атлас опасностей и рисков». Данная геоинформационная система представлена в виде карты, на которую проецируются сведения различного характера от оперативного метеорологического прогноза, до обстановки дорожной обстановки на автодорогах федерального значения.

Информационная система «Атлас опасностей и рисков», как и большинство остальных геоинформационных систем используется центрами управления в кризисных ситуациях.

Основным недостатком развития ГИС технологий в МЧС России можно считать то, что при всем своем развитии данные технологии полностью обошли стороной подразделения пожарной охраны, хотя именно техногенных пожар является наиболее частым, опасным и разрушительным явлением.

Должностным лицам пожарно-спасательных гарнизонов при управлении силами и средствами на пожаре приходится использовать огромное количество различных данных, большая часть которых является именно геопространственными, то есть связаны непосредственно с территорией и инфраструктурой населенного пункта.

В ходе диссертационного исследования была разработана концептуальная модель геоинформационной системы для местных пожарно-спасательных гарнизонов – ГИС МЧСГ. Данная система, должна представлять из себя интерактивную карту с несколькими слоями, для использования по назначению для каждого отдельного должностного лица.

ГИС МЧСГ предполагает сведения о характеристиках зданий, источниках противопожарного водоснабжения, данные составе сил и средств гарнизона, данные о дорожной обстановке и многое другое.

Подобная система поможет сократить время реагирования, подразделений, повысить эффективность управления силами и средствами.

В результате исследования эффективности внедрения ГИС МЧСГ установлено, ее использование способствует сокращению времени следования пожарных подразделений в условиях плотного дорожного трафика на 5 минут.

При условном пожаре на складе автозапчастей, снижение времени свободного развития пожара на 5 минут позволит сократить его площадь на момент локализации на 2043,5 м<sup>2</sup>.

## Список используемых источников

- 1 Баталов Р.Н. Геопространственные сведения, данные, знания в историко-картографических исследованиях [Электронный ресурс]: Электронная библиотека Semantic Scholar URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%2C-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%2C-%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%B2-%D0%91%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE/c51822d5c7e0597ddc41d4be8ccc6f7cbd531a0c> (дата обращения: 01.03.2023).
- 2 Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 20.10.2017 №444 URL: <https://docs.cntd.ru/document/542610435> (дата обращения: 01.03.2023).
- 3 Васильев В. Н. Обзор существующих ГИС [Электронный ресурс]: Электронный журнал Молодой ученый, 02.07.2016 URL: <https://moluch.ru/archive/118/32677/> (дата обращения: 01.03.2023).
- 4 Географические информационные системы, федеральные региональные муниципальные [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 52155-2003 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034761> (дата обращения: 01.03.2023).
- 5 Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В., Геоинформационные системы территориального управления [Электронный ресурс]: Электронная библиотека Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет, 2015 г. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1902.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).



6 Кащенко Е.А., Попов Е.В., Чечин А.В. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]: Электронная библиотека Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2012 г. URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/geodesy/847228.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

7 Ковалева О.А. Геоинформационные системы в муниципальном управлении [Электронный ресурс]: Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум», 2022 г. URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018030907> (дата обращения: 01.03.2023).

8 Об информации, информационных технологиях и о защите информации [Электронный ресурс]: от 27.07.2006 №149-ФЗ URL: <https://docs.cntd.ru/document/901990051> (дата обращения: 01.03.2023).

9 Об утверждении Концепции развития отрасли геодезии и картографии [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства от 17.12.2010 РФ №2378-р URL: <https://docs.cntd.ru/document/902253525> (дата обращения: 01.03.2023).

10 Об утверждении плана перехода на использование отечественных геоинформационных технологий [Электронный ресурс]: Распоряжение Президента Российской Федерации от 18.05.2017 г. № 163-рп URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41927> (дата обращения: 01.03.2023).

11 О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: от 30.12.2015 №431-ФЗ URL: <https://docs.cntd.ru/document/420327081> (дата обращения: 01.03.2023).

12 О добровольной пожарной охране [Электронный ресурс]: от 06.05.2011 №100-ФЗ <https://docs.cntd.ru/document/902276967> (дата обращения: 01.03.2023).

13 О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: Постановление

Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 №794 URL: <https://docs.cntd.ru/document/901884206/titles/3JFKJA1> (дата обращения: 01.03.2013).

14 О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения 01.03.2023).

15 О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 06.07.2015 №676 URL: <https://docs.cntd.ru/document/420285955> (дата обращения: 01.03.2023).

16 О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс]: Постановление Правительства от 20.06.2005 №385 URL: <https://docs.cntd.ru/document/901937602> (дата обращения: 01.03.2023).

17 Пожарная техника Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.2.047-86 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007105> (дата обращения: 01.03.2023).

18 Положение о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]: Указ Президента Российской Федерации от 11.07.2004 №868 URL: <https://docs.cntd.ru/document/901902347> (дата обращения: 01.03.2023).

19 Положение о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 25.10.2017 №467 URL: <https://docs.cntd.ru/document/542610976> (дата обращения: 01.03.2023).

20 Рыженко Н.Ю. Использование геоинформационных систем в структурах МЧС России [Электронный ресурс]: Электронный журнал Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации

последствий ЧС, 2016 г. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geoinformatsionnyh-sistem-v-strukturah-mchs-rossii/viewer> (дата обращения: 01.03.2023).

21 Сергеева О.С. Правовые основы геоинформационной деятельности [Электронный ресурс]: Электронная библиотека Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022 г. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/sergeeva-pravovie-osnovi-geoinformacionnoi-deyatelnosti.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

22 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 14.07.2008 №123-ФЗ <https://docs.cntd.ru/document/902111644>(дата обращения 01.03.2023).

23 Устав подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 20.10.2017 №472 URL: <https://docs.cntd.ru/document/542610964> (дата обращения: 01.03.2023).

24 Шупилин В.Д. Основные принципы геоинформационных систем [Электронный ресурс]: Геологическая библиотека Geokniga, 2010 г. URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-shipulin-vd-osnovnye-principyu-geoinformacionnyh-sistem-2010.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

25 A geospatial knowledge infrastructure to enhance the world economy, society and environment [Электронный ресурс]: GKI-White-Paper URL: <http://www.globalcogo.com/GKI-White-Paper.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

26 Huadong G., Michael F., Alessandro T. Manual of Digital Earth [Электронный ресурс]: International Society Digital Earth Springer Open URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-32-9915-3> (дата обращения: 01.03.2023).

27 Isikdag U., Aouad G., Underwood J. Investigating the applicability of IFC in geospatial environment in order to facilitate the fire response management process [Электронный ресурс]: Scientific Library ResearchGate, 2007 URL: [https://www.researchgate.net/publication/235759004\\_Investigating\\_the\\_applicabili](https://www.researchgate.net/publication/235759004_Investigating_the_applicabili)

ty\_of\_IFC\_in\_geospatial\_environment\_in\_order\_to\_facilitate\_the\_fire\_response\_management\_process (дата обращения: 01.03.2013).

28 Moreno, A. A., Korchi A., Posada J., Interactive Urban and Forest Fire Simulation with Extinguishment Support [Электронный ресурс]: Электронная библиотека Кыргызско-Германский Технический Институт, 2016 г. URL: <https://telematika.kstu.kg/server/books/ger/geoinformation/8.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

29 Sreeja S. Nair Geoinformatics Applications in Disaster Management [Электронный ресурс]: National Institute of Disaster Management Ministry of Home Affairs, Government of India New Delhi, 2012 URL: <https://nidm.gov.in/PDF/modules/geo.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

30 United Nations initiative on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM) [Электронный ресурс]: Economic Commission for Europe Conference of European Statisticians Sixty-fourth plenary session Paris, 27-29 April 2016 URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2016/mtg/ECE\\_CES\\_2016\\_20-1602011E.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2016/mtg/ECE_CES_2016_20-1602011E.pdf) (дата обращения: 01.03.2023).