

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 Исследование условий для эффективного применения сил и средств гарнизона
при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

Обучающийся

И.О. Пузырёв

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Краснов

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2025

Содержание

Термины и определения	3
Перечень сокращений и обозначений.....	4
Введение.....	5
1 Теоретические основы применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.....	11
1.1 Понятие и классификация сил и средств гарнизона	11
1.2 Методы и технологии применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ	19
2 Анализ условий для эффективного применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ	28
2.1 Анализ организационно-технических условий.....	28
2.2 Анализ социально-экономических условий.....	38
3 Разработка рекомендаций по улучшению условий для эффективного применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.....	56
3.1 Способы повышения эффективности управления при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.....	56
3.2 Оценка эффективности предложенных рекомендаций.....	68
Заключение	85
Список используемой литературы и используемых источников.....	88

Термины и определения

Гарнизон пожарной охраны (пожарно-спасательный гарнизон) – то совокупность расположенных на определённой территории органов управления, подразделений и организаций независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ.

«Пожарно-спасательное подразделение – подразделение, создаваемое в целях предупреждения и тушения пожаров, ликвидации других чрезвычайных ситуаций на определенной территории или на объекте защиты, размещаемое в пожарном депо или ином отвечающем требованиям здании (сооружении), обеспеченное подготовленным личным составом и имеющее на своем вооружении установленную пожарную технику и иные технические средства для выполнения возложенных функций» [36].

Аварийно-спасательные работы – это действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов.

Перечень сокращений и обозначений

ТЦ – торговый центр;

АСР – аварийно-спасательные работы;

ПСГ – пожарно-спасательный гарнизон;

МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

ПСЧ – пожарно-спасательная часть;

ПСО – пожарно-спасательный отряд;

АППГ – аналогичный период прошлого года;

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения;

ГОСТ – государственный стандарт;

ЕДДС – единая дежурная диспетчерская служба;

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

СПТ – служба пожаротушения;

ЦУКС – центр управления в кризисных ситуациях;

ГПС – Государственная противопожарная служба;

ЦППС – центральный пункт пожарной связи;

СиС – силы и средства;

ЛПР – лицо, принимающее решение;

РТП – руководитель тушения пожара;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ДНД и ПР – Департамент надзорной деятельности и профилактической работы;

ОЗ – объект защиты;

ПП – программный продукт;

ИС – информационная система;

БПЛА – беспилотный летательный аппарат;

ЕС ОрВД – Единая система организации воздушного движения.

Введение

Актуальность и научная значимость применения беспилотных летательных аппаратов в пожарно-спасательных операциях обусловлена острой практической необходимостью решения современных вызовов. Увеличилась частота и интенсивность природных пожаров, техногенных катастроф, стихийных бедствий на фоне урбанизации и изменения климата. Работа пожарных и спасателей в зонах сильного задымления, высокой температуры, риска обрушений, химического или радиационного заражения несет прямую угрозу их жизни и здоровью. Ограниченный обзор с земли, зависимость от погодных условий (ночь, туман, дым), критическая важность быстрого получения достоверных данных о границах пожара, очагах горения, путях распространения, наличии людей, состоянии объектов для принятия эффективных решений. Необходимость целевого и эффективного использования ограниченных сил и средств. Учитывая быстрое развитие и удешевление технологий БПЛА, сенсоров (тепловизоры, мультиспектральные камеры, лидары), средств связи и обработки данных, применение БПЛА переходит из разряда экспериментальных технологий в категорию неотъемлемого инструмента современной пожарно-спасательной службы, а научные исследования в этой области имеют высокую ценность как для практики, так и для развития науки в целом.

Объект исследования: процесс тушения пожаров и проведения АСР.

Предмет исследования: применение сил и средств гарнизона пожарной охраны при тушении пожаров и проведении АСР.

Цель исследования – повышение эффективности применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении АСР за счет оптимизации и структуры сил и средств гарнизона.

Гипотеза исследования состоит в том, что повышение эффективности применения сил и средств гарнизона будет обеспечено, если:

- будут описаны понятия, виды АСР, выполнена классификация средств АСР;
- будет выполнен анализ статистических данных о пожарах и авариях за последние 5 лет;
- будет выполнено описание действующей нормативно-правовой базы организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, описаны особенности применения сил и средств гарнизона при проведении аварийно-спасательных работ;
- будут рассмотрены основные проблемы и недостатки применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;
- будут изучены факторы, влияющие на социально-экономические условия при организации тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, проведен анализ социально-экономических условий гарнизона пожарной охраны;
- будут разработаны предложения по оптимизации состава и структуры сил и средств гарнизона, а также проведено описание способов повышения эффективности применения сил и средств гарнизона;
- будут определены положительные (отрицательных) факторы, способствующие повышению эффективности управления (при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ) и обоснована предпочтительность одного из способов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- описать понятия, виды АСР, выполнить классификация средств АСР.
- выполнить анализ статистических данных о пожарах и авариях за последние 5 лет;

- выполнить описание действующей нормативно-правовой базы организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, описать особенности применения сил и средств гарнизона при проведении аварийно-спасательных работ;
- рассмотреть основные проблемы и недостатки применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;
- изучить факторы, влияющие на социально-экономические условия при организации тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, провести анализ социально-экономических условий гарнизона пожарной охраны;
- разработать предложения по оптимизации состава и структуры сил и средств гарнизона, а также провести описание способов повышения эффективности применения сил и средств гарнизона;
- определить положительные (отрицательных) факторы, способствующие повышению эффективности управления (при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ) и обосновать предпочтительность одного из способов.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: статистика пожаров на исследуемом объекте и показатели эффективности применения сил и средств при тушении пожаров и проведении АСР.

Методы исследования: аналитическая оценка последствий техногенных пожаров на территории исследуемого объекта; анализ статистических данных о пожарах и авариях за последние 5 лет; анализ требований нормативных правовых документов

Опытно-экспериментальная база исследования: 5 пожарно-спасательная часть 6 пожарно-спасательного отряда Главного управления МЧС России по Кемеровской области – Кузбассу.

Научная новизна исследования заключается во:

- внедрении автоматизированной системы оперативного управления пожарной охраной при тушении пожаров и проведении АСР;
- внедрение беспилотных технологий, которые будут управляться модулем уже существующей информационной системы гарнизона.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- предложении решения проблемы недостаточной эффективности управления силами и средствами ПСГ при тушении пожаров и проведении АСР;
- информировании о необходимости повышения эффективности применения сил и средств ПСГ;
- детальном анализ влияния различных аспектов на эффективность ПСГ.

Практическая значимость исследования заключается в разработке мероприятий, направленных на повышение эффективности применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении АСР.

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивались:

- выполнена аналитическая оценка последствий пожаров на исследуемом объекте;
- изучены на практике показатели эффективности применения сил и средств гарнизона.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в решении пожарно-тактических задач с подразделениями пожарной охраны Главного управления МЧС России по Кемеровской области – Кузбассу и изучения произошедших пожаров с сотрудниками 5 ПСЧ 6 ПСО Главного управления МЧС России по Кемеровской области – Кузбассу.

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

- VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Наука молодых – будущее России», состоявшаяся 30 ноября 2024г. в г. Пенза.

На защиту выносятся:

- уточненное обеспечение аварийно-спасательных работ, включающее детализацию видов АСР и классификацию средств их проведения, создает методологическую основу для оптимизации ресурсов гарнизонов пожарной охраны при тушении пожаров;
- выявленные системные недостатки применения сил и средств гарнизонов напрямую снижают эффективность тушения пожаров и проведения АСР, что подтверждено анализом статистики за 2020–2024 гг. в Прокопьевском ПСГ;
- низкий уровень боеготовности Прокопьевского гарнизона обусловлен неоптимальным распределением ресурсов и требует срочных мер: пересмотра штатного расписания, модернизации парка техники и усиления подготовки кадров;
- социально-экономические условия гарнизонов являются ключевым фактором, ограничивающим оперативные возможности, что подтверждается взаимосвязью между численностью населения, плотностью застройки и динамикой пожаров в Кемеровской области;
- автоматизированная система управления гарнизоном на базе двухуровневой модели повышает оперативность реагирования на 25–30% за счет минимизации времени доставки сил и средств к месту ЧС;
- внедрение беспилотных технологий (БПЛА DJI Mavic 3 Thermal) с интеграцией в ИС гарнизона обеспечивает сокращение времени обнаружения очагов пожара с 2–3 часов до 15–20 минут, повышение

точности разведки (± 50 м) и снижение рисков для жизни пожарных на 40%;

- экономическая эффективность предложенных мероприятий подтверждается расчетами: при затратах 4.39 млн руб. на закупку БПЛА срок окупаемости составляет 5 лет, а предотвращение ущерба (снижение площади пожаров на 50%) дает годовой эффект 1.5 млн руб.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав (разделов), заключения, содержит 19 рисунков, 10 таблиц, список использованной литературы (51 источник), 0 приложений. Основной текст работы изложен на 97 страницах.

1 Теоретические основы применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

1.1 Понятие и классификация сил и средств гарнизона

«Аварийно-спасательные работы (АСР) – это действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов. Аварийно-спасательные работы характеризуются наличием факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей, и требуют специальной подготовки, экипировки и оснащения» [27].

«К аварийно-спасательным работам относятся:

- горноспасательные работы;
- газоспасательные работы;
- противofонтанные работы;
- поисково-спасательные работы;
- АСР, связанные с тушением пожаров;
- работы по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

Перечень видов аварийно-спасательных работ может быть дополнен решением Правительства Российской Федерации» [27]. Данное исследование сосредоточено на аварийно-спасательных работах, связанных с тушением пожаров, так как основной деятельностью гарнизонов пожарной охраны является тушение пожаров и проведение связанных с ним АСР.

Для тушения развившихся пожаров на многих объектах требуется привлечение сил и средств нескольких пожарных подразделений, размещенных в городе, и служб жизнеобеспечения (водопроводных, энергетических), которые не могут действовать стихийно, самопроизвольно.

В этих условиях необходимо согласовывать и координировать усилия всех подразделений и служб на осуществление подготовительных мероприятий, направленных на создание условий для успешного тушения пожаров, единого руководства действиями личного состава пожарно-спасательного гарнизона.

Устав службы пожарной охраны определяет назначение, порядок организации и осуществления службы пожарной охраны в Российской Федерации. Согласно Уставу, гарнизон пожарной охраны – это совокупность дислоцированных на определенной территории органов управления, подразделений пожарной охраны, пожарно-технических научно-исследовательских учреждений и учебных заведений, иных, предназначенных для тушения пожаров, противопожарных формирований независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Гарнизоны подразделяются на территориальные и местные. Местные гарнизоны входят в состав территориального гарнизона. В территориальный гарнизон объединяются подразделения, расположенные на территории одного субъекта Российской Федерации.

Основными задачами гарнизонной службы являются:

- создание необходимых условий для эффективного применения сил и средств гарнизона для тушения пожаров;
- создание единой системы управления силами и средствами гарнизона;
- организация взаимодействия со службами жизнеобеспечения;
- организация и проведение общегарнизонных мероприятий.

Вопрос эффективности применения сил и средств гарнизона в ходе тушения пожаров и осуществления аварийно-спасательных работ сохраняет свою актуальность для современного изучения. Современные пожары становятся непростой задачей для пожарно-спасательных подразделений. Они характеризуются своей быстротечностью, наличием большого количества токсичных продуктов горения и других опасных факторов

пожара. Огромные торговые центры с множеством посетителей, большое количество зданий повышенной этажности, производственные и складские помещения со сложными планировками, большими площадями и высокой пожарной нагрузкой создают экстремальные условия для работы пожарных. В ответ на это подразделения пожарной охраны должны поддерживать постоянную боевую готовность, обладать современными образцами техники и вооружения, а также располагать высококвалифицированным персоналом для эффективного пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Обстановка с пожарами и их последствиями по группам объектов и причинам их возникновения представлена на рисунках 1,2.

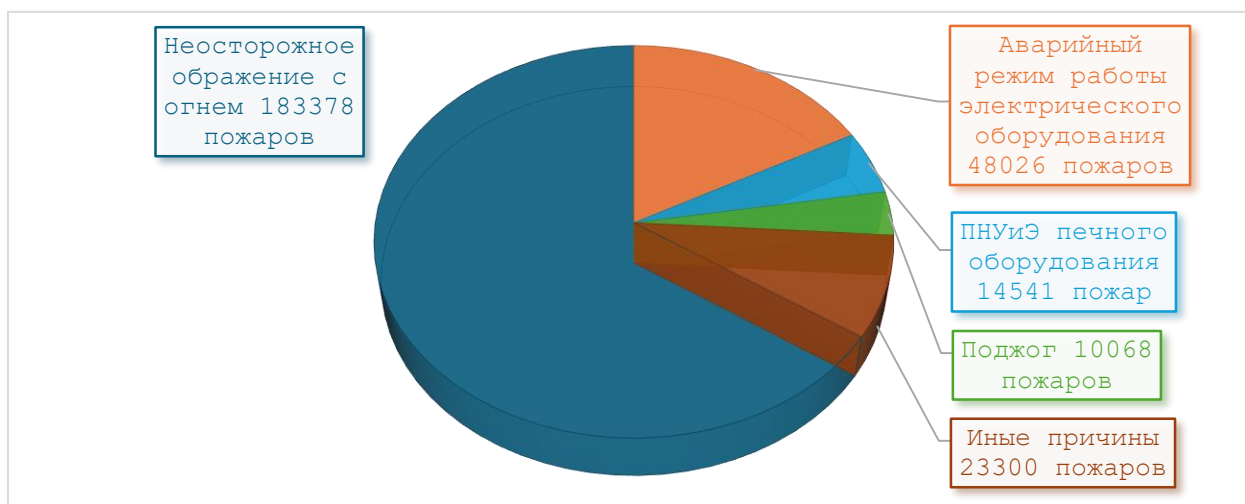


Рисунок 1 – Группы причин

Если рассматривать статистику за последние пять лет в РФ, то можно определить условия, которые способствовали гибели людей при пожаре.

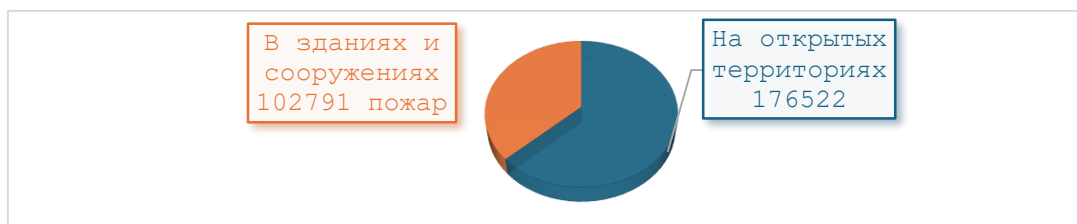


Рисунок 2 – Группы объектов

В Кемеровской области всего в 2022 году было 10 тыс. 692 пожара, что на 382 больше, чем в 2021. Погибли на пожарах в 2022 году 215 человек. Это на 53 больше, чем годом ранее. Среди основных причин возгораний на первом месте стоит неосторожное обращение с огнем – 7 тыс. 958 случаев, что более чем на 300 превышает данные 2021 года. Выросло и число пожаров из-за нарушений правил эксплуатации и установки печей – 1 тыс. 257 эпизодов (на 130 больше, чем в 2021 году). В 2023 году произошло 10 тыс. 114 пожаров, на которых погибло 208 человек; в 2024 году произошло 9 тыс. 559 пожаров, погибших 244.

В 2024 году в РФ зафиксировано свыше 347 тысяч пожаров, на которых погибли более 7 тысяч человек. За последние 3 года оба этих показателя снизились на 11 %. Анализ показывает, что жилой сектор наиболее опасен с точки зрения травматизма при пожарах, причем 23% пострадавших были в алкогольном опьянении. Ключевые причины пожаров:

- неосторожность с огнем (48%);
- нарушение правил эксплуатации печей (26%);
- нарушение правил эксплуатации электрооборудования (15%).

В городских условиях картина причин пожаров дополняется статистикой и динамикой (в скобках - изменение к АППГ):

- неосторожное обращение с огнем: 100 422 случая (-2,9% к АППГ 103 461);
- аварии в электросетях/оборудовании: 24 816 (+8,1% к 22 956);
- нарушение правил эксплуатации печей: 5 674 (-4,5% к 5 944);
- поджоги: 6 503 (-7,8% к 7 053);
- нарушение правил эксплуатации транспорта: 4 483 (+1,5% к 4 417);
- прочие причины: 6 133 (-5,5% к 6 493).

Во многих научных источниках уделено внимание пожарно-спасательным гарнизонам. Методологию их проектирования в своих работах затрагивают Матюшин Ю.А., Порошин А.А., Белов В.А., Бобринев Е.В., Матюшин А.В., Кондашов А.А., Терехов А.В. [19], Ильявин М.В., Денисов

А.Н. [14] Матюшин Юрий Александрович разработал математическое, алгоритмическое и программное обеспечение решения задач по «проектированию гарнизона пожарной охраны и расчету необходимого времени эвакуации людей при пожаре, а также методику обоснования мест дислокации на территории населенного пункта подразделений пожарной охраны» [21].

Порошиным Александром Алексеевичем также рассмотрена «методология проектирования гарнизонов пожарной охраны, но уже с учетом модельного представления о процессах развития пожаров и установления взаимосвязей дислокационных и ресурсных характеристик оперативных подразделений пожарной охраны с параметрами элементов противопожарной защиты зданий и территории населенного пункта» [41]. Стоит отметить научную работу Белова Виктора Александровича, в которой он разработал моделирующие алгоритмы для имитационной модели процесса функционирования подразделений федеральной противопожарной службы и на основе имитационных экспериментов оценил характеризующие параметры функционирования предлагаемого проекта пожарно-спасательного гарнизона субъекта РФ [7]. Ильявин М.В. и Денисов А.Н. [14] в своей работе затрагивают проблемы определения оптимальных значений количества сил и средств пожарно-спасательного гарнизона. Суть данной работы заключается в том, что известные методы определения необходимого количества подразделений, а, следовательно, сил и средств для их комплектования не учитывают многие факторы, такие как территориальная принадлежность, наличие крупных промышленных предприятий и производственных комплексов, климатические условия местности и другие.

Авторы Маштаков В.А., Шавырина Т.А., Бобринев Е.В. [22] изучили зависимость показателей последствий пожаров от расстояния до места. Суть данной работы в том, что близость пожарных частей к потенциальным объектам возгорания в городах жизненно важна. Она обеспечивает своевременное прибытие, максимальную эффективность спасения людей и

минимизацию смертности. Существующая дислокация не всегда оптимальна, требуется строительство новых депо и корректировка зон выезда для снижения расстояний и времени реагирования, особенно за пределами 5-10 км.

Стоит взять во внимание научные труды, направленные на изучение и анализ управления силами и средствами гарнизонов. Данную тематику изучают Власов К.С., Порошин А.А. [9], Молодоженцев П.В. [24], Кривотулов Р.В., Кузовлев А.В [16].

В научной статье Власов К.С. и Порошин А.А. [9] делают сравнительный анализ деятельности пожарно-спасательного гарнизона при тушении крупных и ординарных пожаров с помощью метода «дерево решений».

Молодоженцев Павел Владимирович на эту тему написал несколько статей в журнале «Молодой ученый» [23]. В представленных статьях он рассматривает структуру пожарно-спасательного гарнизона, теоретические, законодательные принципы построения и управления системой. Также он определяет возможные пути повышения эффективности деятельности местного гарнизона в современных условиях [24].

Зарубежный опыт по теме диссертации хорошо представлен в научной работе Матюшина А.В., Порошина А.А., Матюшина Ю.В. [20], в которой рассматривается анализ зарубежных исследований по проблеме обоснования дислокации оперативных подразделений пожарной охраны в городских и сельских поселениях. В работе рассмотрены научно-методические подходы к решению этой проблемы. Приведены числовые значения радиусов зон обслуживания и времени следования оперативных подразделений на место пожара, которые используются в зарубежной практике.

Также стоит отметить работу автора Нго Куанг Тоан [25], в которой рассмотрены модель и алгоритмы системы поддержки управления ресурсами оперативных подразделений пожарной охраны крупных городов Вьетнама. Кроме того, В.Л. Семиков и Нгуен Ба Туан провели анализ развития системы

управления обеспечением деятельности гарнизонов пожарной службы Вьетнама [43].

Кусаинов А.Б. в своей работе проводит исследования по «определению сил и средств гарнизонов пожарно-спасательных служб городов Республики Казахстан. В своем научном труде он разработал индексную модель оценки комплексного показателя пожарной опасности, позволяющую определить объективный уровень пожарной безопасности, также автор разработал алгоритм определения сил и средств гарнизона пожарно-спасательной службы города для расчета необходимого числа пожарных депо, личного состава и пожарной техники» [18].

Деятельность подразделений пожарной охраны регламентируется нормативными правовыми актами. К ним относятся: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ [36], устанавливающий создание общих правовых, экономических и социальных основ обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации и регулирование отношений в этой области между государственными органами, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами, должностными лицами и гражданами, в том числе индивидуальными предпринимателями; 123-ФЗ от 22.07.2008 г. [47], утвержден в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает необходимые минимальные требования пожарной безопасности к защищаемым объектам, в том числе зданиям и сооружениям, промышленным объектам, средствам огнезащиты и продукции общего назначения; 100-ФЗ от 06.05.2011 г. [35] устанавливает порядок создания, права и гарантии добровольных пожарных дружин, деятельность добровольных пожарных дружин, регулирует отношения добровольных пожарных дружин с органами государственной власти, органами местного

самоуправления, организациями и гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами и лицами без гражданства.

Приказы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: №777 от 16.09.2024 г. [28] определяет порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории Российской Федерации подразделениями пожарной охраны, в том числе порядок действий личного состава при тушении пожаров и проведении АСР, основные принципы управления и реагирования подразделений пожарной охраны, за исключением тушения лесных пожаров, организации тушения пожаров и проведения АСР на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы; №452 от 20.10.2017 г. [34] определяет порядок организации и несения караульной службы в подразделениях всех видов пожарной охраны; № 467 от 25.10.2017 г. [30] определяет порядок организации деятельности пожарно-спасательных гарнизонов, в том числе организации и осуществления гарнизонной службы, полномочия начальников и должностных лиц пожарно-спасательных гарнизонов по выполнению задач гарнизонной службы; порядок привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ; № 640 от 27.06.2022 г. [31] определяют основные требования к использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных (СИЗОД), в том числе при организации и осуществлении деятельности по их эксплуатации и применению при ведении боевых действий по тушению пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в среде с наличием опасных факторов пожара, в зонах с превышением предельно допустимых концентраций токсичных и (или) пожароопасных, и (или) взрывоопасных веществ, нахождение в которых без СИЗОД может нанести вред жизни и здоровью; № 633 от 26.12.2018 г. [29] определяет теоретические основы организации и обеспечения радиосвязи в радиосетях и радионаправлениях

МЧС России, правила ведения радиообмена при обеспечении различных видов радиосвязи, порядок оформления радиogramм и порядок ведения документации по оперативно-технической службе; № 737 от 01.10.2020 г. [33] определяет организацию материально-технического обеспечения МЧС России. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н утверждает правила охраны труда в подразделениях Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [32].

Различные государственные стандарты: ГОСТ Р 22.9.01-95 [4], ГОСТ 22.9.22-2023 [5], ГОСТ 12.2.047-86 [44], ГОСТ Р 22.8.05-2022 [3] и многие другие, а также различные нормы пожарной безопасности, строительные нормы и правила, своды правил и ведомственные указания.

1.2 Методы и технологии применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

Методика оценки эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны описана в работе Белецкого И.П., в ней предложен подход на основе использования коэффициентов боеготовности [6].

Оценка эффективности включает «формализацию процесса вызова подразделений пожарно-спасательного гарнизона в рамках нестационарного пуассоновского потока; формализацию применения сил и средств при решении задач пожарно-спасательного гарнизона по показательному закону; разработку математической модели процесса функционирования пожарно-спасательного гарнизона; представление показателя эффективности управления силами и средствами через уравнение эффективности» [6].

Оценка эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны описана в работе Крупкина А.А., Максимова А.В., Матвеева А.В. [17].

Исследователи рассмотрели специализированное программное обеспечение «системы поддержки принятия решений (СППР) и сделали заключение, что внедрение СППР позволило существенно повысить обоснованность решений по планированию взаимоотношений между структурными элементами пожарно-спасательной службы и является необходимым шагом на пути автоматизации стратегического планирования в области пожарной охраны» [17].

Также рассмотрена научная работа Ибрагимова А.В., в которой «для управления силами и средствами гарнизона создается автоматизированная система оперативного управления пожарной охраной, структура которой определяется сложностью решаемых задач, а ее эффективность – степенью автоматизации решения этих задач» [13]. Автор акцентирует внимание на том, что «в сложной обстановке образуются ощутимые потери времени из-за обоснованного выбора имеющейся в гарнизоне техники, установления связи, выдачи приказов и осуществления контроля за их исполнением. Неоправданно теряется время на текущую ручную регистрацию основных управленческих решений приказов по использованию сил и средств, текущему учету. В экстремальных условиях, создающихся при сложной оперативной обстановке в городе, резко возрастают ошибки как диспетчера, так и руководителей, организующих тушение пожаров» [13].

Как отмечает В.А. Белов, методы имитационного моделирования являются наиболее подходящими инструментами для решения подобных задач, поскольку учитывают пространственные и вероятностные характеристики процесса функционирования системы физической защиты и практически не имеют ограничений в представлении деталей описываемых процессов [7].

Проведём патентные исследования по теме диссертации, проанализируем патенты российских и зарубежных авторов на изобретения или полезные модели.

Рассмотрим патент РФ 2644755. Способ Кочетова борьбы с пожарами на верхних этажах высотных зданий и сооружений Кочетова О.С. [37].

«Изобретение относится к способам защиты объектов с большим скоплением людей от чрезвычайных ситуаций, например захватов террористами театрально-зрелищных зданий, объектов кинематографии, а также других зрелищных и гостиничных комплексов. Технически достижимый результат – повышение эффективности борьбы с терроризмом на объектах гражданского назначения. Это достигается тем, что в способе борьбы с пожарами на верхних этажах высотных зданий и сооружений к объекту, охваченному огнем, выдвигают бронированное транспортное средство, оснащенное программируемой системой «аварийное пожаротушение», и разворачивают специализированный комплекс для борьбы с пожаром, на котором базируют по крайней мере один возвращаемый аппарат, на котором размещают по крайней мере три летающих робота, оснащенных дистанционно-управляемым средством пожаротушения высотных зданий и сооружений, затем программируют летающим роботам задачу проникновения в осажденное огнем здание и тушение пожара, при этом транспортное средство оснащают блоком с выдвижной транспортерной лентой для продвижения к охваченному огнем объекту робота, которому программируют задачу по вскрытию оконных проемов в осажденном огнем здании, при этом операциями роботов и полетом аппаратов управляют с пульта системы «аварийное пожаротушение», после того, как выполнена операция по вскрытию оконных проемов, программируют задачу для проникновения в осажденное огнем здание летающих роботов, оснащенных дистанционно-управляемым средством пожаротушения высотных зданий и сооружений» [37].

Следующий к рассмотрению патент РФ 2766035. Высокоэффективный способ применения беспилотных летательных аппаратов для пожаротушения автора Лука Валентина [38].

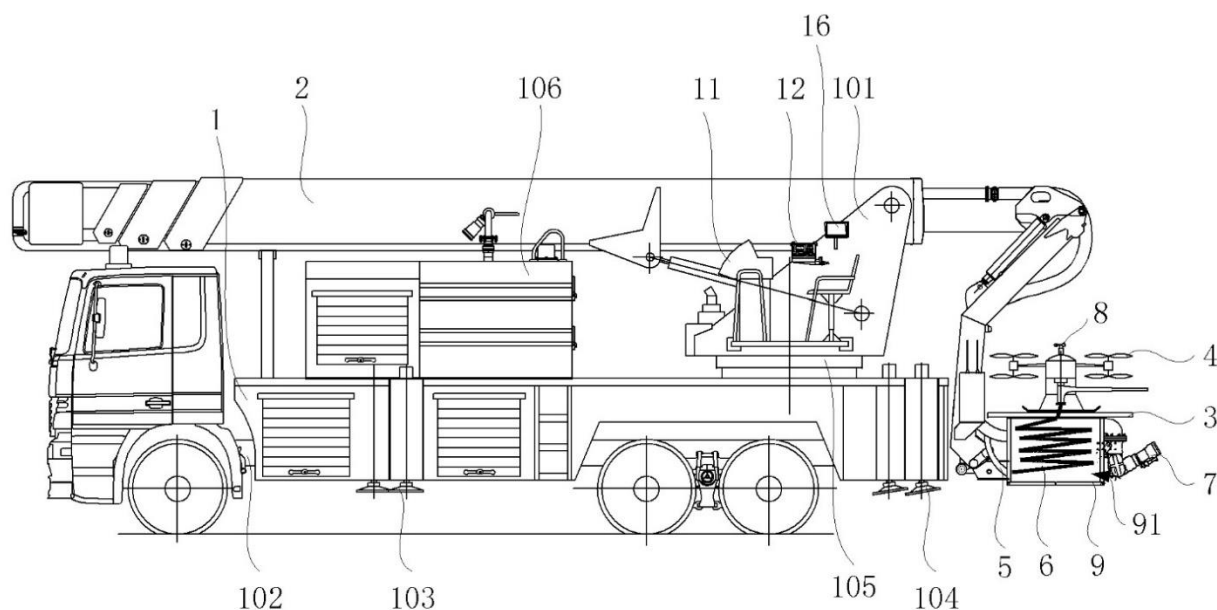
«Изобретение относится к способу доставки материалов к выбранному местоположению. Для доставки материалов используют беспилотный летательный аппарат (БЛА), контейнер для транспортировки материалов, размещают БЛА в транспортном самолете, производят транспортировку БЛА в транспортном самолете в положение рядом с выбранным местоположением, назначают удаленного пилота с возможностью его связи с транспортным самолетом для управления БЛА, производят загрузку в навигационную систему БЛА маршрута, инструкций и определенных данных для возможности посадки на выбранном аэродроме, производят выпуск БЛА с транспортного самолета по команде от удаленного пилота, направляют БЛА к выбранному местоположению для сброса материалов. После сброса материалов производят операции по возврату на выбранный аэродром под управлением автопилота БЛА и его навигационной системы. Обеспечивается повышение оперативности тушения пожаров» [38].

Далее патент 2814718 Российская Федерация. Беспилотная летательная платформа вертолетного типа с пневмомеханическим устройством для тушения пожаров. Авторы: Магомедов Р.А., Макарова Е.В., Котова Е.А. [39].

Изобретение представляет собой беспилотную летательную платформу вертолетного типа для тушения пожаров на открытой местности и в помещениях. Платформа оснащена двигателями с пропеллерами, управляемыми полетным контроллером. В корпусе размещен блок управления на базе микроконтроллера с беспроводной связью (Wi-Fi, радио) для приема команд и управления. Комплекс устройств наведения включает видеокамеру, тепловизор, лазерный термометр и гиростабилизированную платформу. На нижней балке закреплен резервуар с огнетушащими капсулами шарообразной формы. Для их выстреливания используется пневмомеханическое устройство: под действием силы тяжести капсула поступает в ствол, затем электромеханический привод натягивает и отпускает пружину, приводя в движение поршень, который выталкивает капсулу сжатым воздухом.

Последним рассмотрим патент РФ 2821611. Пожарная машина. Авторы патента: Тянь Чжицзянь, Сюй Сяодун, Чжан Цзянхуа, Чжао Янгуан, Ли Вэйдун [40].

«Изобретение относится к пожарной машине (рисунок 3). Пожарная машина включает в себя кузов (1), опору (2) стрелы, опорную платформу (3), (4), переносной трубопровод (5) и водяной рукав (6). Опорная платформа (3) устанавливается в хвостовом конце опоры (2) стрелы. Беспилотный летательный аппарат (4) устанавливается на опорной платформе (3). Переносной трубопровод (5) устанавливается на опоре (2) стрелы. Один конец водяного рукава (6) находится в сообщении по текучей среде с переносным трубопроводом (5), а другой конец водяного рукава (6) соединен с возможностью отсоединения с беспилотным летательным аппаратом (4). Достигается возможность пожаротушения на большой высоте и улучшения огнегасящей способности» [40].



1 - кузов; 2- опора стрелы; 3 - опорная платформа; 4 - беспилотный летательный аппарат; 5 - переносной трубопровод; 6 - водяной рукав

Рисунок 3 – Схематическое изображение пожарной машины

При проведении аварийно-спасательных работ использование сил и средств гарнизона пожарной охраны имеет свои особенности. Главная из них заключается в обязательном обеспечении абсолютного единства управления. В условиях реальных чрезвычайных ситуаций, отличающихся высокой динамикой и множеством угроз, все подразделения гарнизона, вне зависимости от их ведомственной принадлежности, переходят в оперативное подчинение руководителю тушения пожара (РТП). Это создает основу для эффективной координации через единый оперативный штаб, который интегрирует не только силы пожарной охраны, но и взаимодействующие службы (МВД, медицина катастроф, коммунальщики), обеспечивая слаженность действий в экстремальной обстановке.

Применение сил носит комплексный и высокоманевренный характер. АСР требуют одновременного решения широкого спектра задач: от разведки и поиска пострадавших до их эвакуации, оказания первой помощи и нейтрализации поражающих факторов (пожар, задымление, обрушения, опасные химические или радиоактивные вещества). При этом обстановка постоянно меняется, что диктует необходимость оперативного перераспределения ресурсов между участками работ по мере поступления новых данных разведки, изменения уровня угрозы или обнаружения новых очагов поражения. Эта динамика требует от управления гарнизона постоянной готовности к маневру силами и средствами.

Важнейшим принципом является массированное и сосредоточенное применение на решающем направлении. На участке, где существует наибольшая угроза жизни людей, возможен максимальный ущерб или где действия могут кардинально изменить ситуацию в лучшую сторону, силы и средства гарнизона вводятся максимально сосредоточено. Однако это подразумевает обязательное создание оперативных резервов. Эти резервы, включая потенциал межгарнизонного маневра, критически важны для оперативной реакции на изменение обстановки, усиления группировки на

критическом участке или подмены уставших расчетов, что напрямую влияет на поддержание темпа и эффективности спасательных операций.

Особую роль играет привлечение специализированных подразделений и технических средств. Гарнизон активно задействует нештатные аварийно-спасательные формирования организаций (газоспасатели, горноспасатели, химики), чья уникальная подготовка и оснащение незаменимы при специфических ЧС. Парк техники выходит далеко за рамки основных пожарных автомобилей: аварийно-спасательные автомобили (АСА) с гидравлическим аварийно-спасательным инструментом (ГАСИ), автоподъемники и автолестницы для высотных работ, робототехнические комплексы и БПЛА для разведки в опасных зонах, вездеходы и плавсредства для доступа, а также спецавтомобили связи, освещения и оборудование для деблокирования (пневмоподушки, домкраты, резаки) становятся неотъемлемой частью группировки сил.

Управление и связь в таких условиях приобретают критическое значение. Обеспечение устойчивой, помехозащищенной связи между РТП, штабом, боевыми участками, резервами и взаимодействующими службами – это базовое условие эффективности. Не менее важен постоянный сбор, анализ и оперативное доведение разведанных до всех уровней управления для принятия обоснованных решений. Тщательный учет введенных сил, их дислокации, решаемых задач и расхода ресурсов (вода, пенообразователь, топливо), а также мониторинг физического состояния личного состава – обязательные элементы управления.

Организация самих работ требует четкой этапности и неукоснительного приоритета безопасности спасателей. Это подразумевает обязательное применение СИЗОД, средств химической/радиационной разведки, страховочных систем при работе в завалах или на высоте, строгое соблюдение режимов работы и отдыха. Теснейшее взаимодействие с медиками (определение эваку путей, пунктов сбора), полицией (оцепление), коммунальщиками (отключение сетей) и психологами МЧС является залогом

успеха. Сложность и опасность условий проведения АСР (задымление, высокая температура, угроза взрыва/обрушения, наличие ОХВ, темнота, непогода) требуют высочайшей подготовки и оснащения. Важно понимать, что задачи спасения людей и локализации/ликвидации угрожающих факторов (пожара, утечки) зачастую решаются не последовательно, а параллельно, в сжатые сроки.

Наконец, нельзя недооценивать морально-психологический фактор. Работа в условиях крайнего стресса, связанного с непосредственной угрозой жизни, видом пострадавших и огромной ответственностью, предъявляет исключительные требования к психологической устойчивости личного состава. Поэтому психологическая подготовка и оперативная поддержка психологов МЧС непосредственно на месте ЧС становятся не просто важным, а необходимым элементом поддержания боеспособности гарнизонных сил в ходе продолжительных и интенсивных спасательных операций.

Эффективное применение сил и средств гарнизона при АСР представляет собой сложный, динамичный процесс, базирующийся на централизованном управлении, маневренности, массированном использовании ресурсов на ключевых направлениях с обязательным резервированием, активном привлечении специалистов и спецтехники, отлаженной системе связи и управления, строгом соблюдении мер безопасности и этапности работ, тесном межведомственном взаимодействии и учете тяжелого психофизиологического воздействия на спасателей. Все эти аспекты взаимосвязаны и направлены на достижение главной цели – спасение человеческих жизней в максимально сжатые сроки.

Вывод по разделу 1.

В разделе были подобраны материалы, включающие научные труды и нормативно-правовую документацию, проанализирован отечественный и зарубежный опыт управления силами и средствами пожарных гарнизонов в ходе тушения пожаров и аварийно-спасательных работ. Во многих научных

источниках уделено внимание пожарно-спасательным гарнизонам. Стоит взять во внимание научные труды, направленные на изучение и анализ управления силами и средствами гарнизонов. Нами проанализирован зарубежный опыт по теме диссертации, который представлен в научных работах Матюшина А.В., Порошина А.А., Матюшина Ю.В. и других.

В результате проведенного анализа нормативных правовых актов установлено, что правовая основа организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в Российской Федерации представляет собой:

- установление обязательных требований и процедур;
- установление правовых норм, регулирующих управление и применение сил гарнизона;
- правовые аспекты поддержания готовности и осуществления обучения.

К нормативным правовым актам Российской Федерации, регламентирующим организацию тушения пожаров и проведения АСР, относятся Федеральные законы, указы Президента РФ и Постановления Правительства РФ, ведомственные нормативные правовые акты МЧС России, а также нормативные документы по стандартизации и иные документы, применяемым при организации тушения пожаров и АСР.

Эффективное применение сил и средств гарнизона при АСР представляет собой сложный, динамичный процесс, базирующийся на централизованном управлении, маневренности, использовании ресурсов на ключевых направлениях с обязательной подготовкой и организацией резерва, активном привлечении специалистов и спецтехники, отлаженной системе связи и управления, строгом соблюдении мер безопасности и этапности работ, тесном межведомственном взаимодействии и учете тяжелого психофизиологического воздействия на участников тушения пожара. Все эти аспекты взаимосвязаны и направлены на достижение главной цели – спасение человеческих жизней в максимально сжатые сроки.

2 Анализ условий для эффективного применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

2.1 Анализ организационно-технических условий

Анализ реальной практики задействования сил и средств гарнизонов пожарной охраны при выполнении задач пожаротушения и АСР выявляет комплекс устойчивых, взаимосвязанных недостатков системного характера, существенно снижающих эффективность оперативного реагирования. Эти проблемы затрагивают ключевые аспекты организации, управления, ресурсного обеспечения и кадровой политики.

Первостепенную трудность представляют вопросы управления и координации. Несмотря на формальное закрепление руководящих функций за руководителем тушения пожара (РТП) на практике наблюдается слабая эффективность межведомственного взаимодействия. Действия различных служб (МВД, скорая помощь, коммунальные службы, ведомственные формирования) зачастую недостаточно оперативны и слабо скоординированы. Это обусловлено различиями в системах связи, протоколах взаимодействия и ведомственных инструкциях, что порождает задержки и неразбериху. Серьезным препятствием является состояние системы связи: используемые радиочастоты подвержены перегрузкам, а оборудование разных подразделений гарнизона и привлеченных служб часто несовместимо. Особую озабоченность вызывает недостаточная устойчивость связи в сложных условиях (высотные здания, подвальные помещения, промышленные объекты), что ведет к потере управления. Управление крупными группировками сил при масштабных чрезвычайных ситуациях становится крайне затруднительным. Существующие методы не обеспечивают в полной мере эффективное управление многочисленными подразделениями, рассредоточенными по различным участкам (секторам,

боевым участкам), и остро требуют внедрения современных систем ситуационной осведомленности и управления ресурсами в реальном времени.

Острую проблему составляет дефицит ресурсов и их неэффективное использование. Особенно ощутима нехватка личного состава, критичная при длительных работах, требующих ротации уставших расчетов. Существенно ограничивают возможности гарнизона недостаток высококвалифицированных специалистов (газодымозащитники, кинологи, водолазы, химики-разведчики). Значительная часть парка основных и специальных пожарных автомобилей выработала или близка к выработке нормативного срока службы. Наблюдается нехватка современной спецтехники, а также ее неравномерное распределение по подразделениям гарнизона. Оперативные резервы, особенно людские и специализированные, зачастую недостаточны для гибкого реагирования на динамично меняющуюся обстановку или крупномасштабную ЧС. Межгарнизонный маневр силами и средствами затруднен бюрократическими процедурами и географической удаленностью. Проблему усугубляет не всегда оптимальное использование имеющихся ресурсов: силы и средства могут вводиться не на решающее направление, применяться с запозданием из-за ошибок в оценке обстановки или медленного принятия решений. Имеющаяся спецтехника порой используется неэффективно по причине недостаточной подготовки личного состава.

Значительные сложности выявлены в области организации и тактики ведения работ. Планы привлечения сил и средств зачастую носят излишне формальный характер и слабо учитывают реальные риски и специфику конкретных объектов или территорий. Тренировки по отработке взаимодействия различных служб проводятся с недостаточной регулярностью и реалистичностью. Существенным препятствием является недостаточный уровень разведки и прогнозирования развития обстановки. Это связано как с нехваткой современных средств разведки (тепловизоры,

газоанализаторы, БПЛА), так и со слабой подготовкой в области прогнозирования динамики ЧС (распространение пожара, риск обрушения, растекание АХОВ), что приводит к принятию решений на основе неполной или устаревшей информации. Вызывает серьезную озабоченность состояние обеспечения безопасности самих спасателей. Несмотря на декларируемый приоритет, на практике меры безопасности (строгий контроль времени работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), надежная страховка при работе на высоте или в завалах, постоянный мониторинг физического состояния) иногда нарушаются из-за нехватки времени, ресурсов или недостаточного контроля. Отмечается также дефицит современных средств индивидуальной защиты, адаптированных к новым видам угроз. Существенно снижает эффективность длительных операций слабое логистическое и тыловое обеспечение, включая проблемы с подвозом воды, горюче-смазочных материалов (ГСМ), пенообразователя, снаряжения, а также с организацией питания и отдыха личного состава.

Глубокие корни многих проблем лежат в кадровой сфере и психологической поддержке. Наблюдается устойчивый дефицит кадров и их текучка, обусловленные сложными условиями труда, высокими профессиональными рисками и относительно невысоким уровнем оплаты труда, что ведет к оттоку опытных специалистов и трудностям при наборе новых. Уровень подготовки личного состава, особенно в части ведения сложных АСР (работа в завалах, с АХОВ, на высоте), применения новой техники и тактики групповых действий в нештатных ситуациях, часто не соответствует современным требованиям. Существующая тренажерная база во многих случаях не отвечает актуальным потребностям. Серьезнейшей проблемой является высокая психоэмоциональная нагрузка на личный состав и риск развития посттравматических стрессовых расстройств. Действующая система психологической поддержки не всегда способна обеспечить оперативное и эффективное сопровождение всех нуждающихся, особенно после участия в тяжелых и трагических инцидентах.

Существенным сдерживающим фактором является техническое и технологическое отставание. Это проявляется в использовании устаревших средств связи и управления, отсутствии единых цифровых платформ для управления силами на месте ЧС, систем позиционирования пожарных внутри объектов, современных систем передачи данных и видеоаналитики в реальном времени. Ограниченное применение робототехники для разведки, разбора завалов и тушения в зонах, непригодных для пребывания человека, снижает оперативные возможности и увеличивает риски для спасателей. Практически отсутствуют или используются в недостаточном объеме системы мониторинга состояния спасателей в режиме реального времени, контролирующие критические физиологические параметры (пульс, температура, запас воздуха в дыхательных аппаратах) и их точное местоположение.

Эффективным считается такое применение сил и средств, при котором достигается максимальный результат при минимальных затратах. Отталкиваясь от этого, проанализируем в каких аспектах следует произвести улучшения, чтобы добиться эффективности. К силам и средствам относятся личный состав пожарной охраны, пожарная техника, средства связи и управления, огнетушащие вещества и иные технические средства, находящиеся на вооружении пожарной охраны. Так как же оценить эффективность применения сил и средств? На этот вопрос в своей статье дал ответ Белецкий Иван Петрович, в которой предложил метод оценки эффективности управления пожарно-спасательным гарнизоном на основе использования коэффициентов боеготовности [6]. Автор предложил «соотнести показатели контрольных параметров достигнутого результата с заданными. Полученная модель позволяет получить основные аналитические закономерности между показателями оперативной деятельности пожарно-спасательного гарнизона, количеством сил и средств (СиС) пожарно-спасательного гарнизона, показателями оперативной обстановки (данные о динамике изменения количества пожаров, загораний, ложных выездов, а

также выездов на другие мероприятия), а также показателями эффективности функционирования пожарно-спасательного гарнизона. Одним из таких показателей можно ввести коэффициент боеготовности сил и средств.

Предлагается метод оценки эффективности управления силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона, основанный на расчете значений коэффициентов боеготовности $C_{иС}$ пожарно-спасательного гарнизона. Оценивание предполагает:

- формализацию процесса вызовов подразделений пожарно-спасательного гарнизона в рамках теории нестационарных потоков Пуассона;
- формализацию использования $C_{иС}$ при решении задач пожарно-спасательного гарнизона по показательному закону;
- разработку математической модели процесса функционирования пожарно-спасательного гарнизона;
- представление показателя эффективности управления силами и средствами уравнением результативности» [6].

Автором статьи разработана «формула расчета боеготовности личного состава и нерасходуемых материальных ресурсов (автоцистерн, автолестниц, газодымозащитных автомобилей и т.п.) на заданный момент времени и в течение определенного периода. Формула расчета боеготовности основана на комплексной математической модели и позволяет оценить возможности пожарной части и принять соответствующие меры по ее оснащению, что имеет решающее значение в современной экономической ситуации» [6]. Белецкий И.П. также предложил использовать предложенную модель и метод автоматизированных расчетов для оценки эффективности управления пожарно-спасательной системой гарнизона.

Ознакомившись со статьей, сделан вывод, что данный расчет является довольно простым и эффективным методом оценки. Именно автоматизация этого расчета упростит его максимально, так как в формулах и математических выражениях очень много переменных, что превращает

процесс оценки в рутинную работу, связанную с большим количеством расчетов.

Ибрагимов А.В. [13] в статье журнала «Мировая наука» дает понятие автоматизированной системы управления пожарной охраной (АСУ ПО), представляя ее инструментом управления местным пожарно-спасательным гарнизоном.

«Для управления силами и средствами тушения пожара создается автоматизированная система оперативного управления пожарной охраной (АСОУ ПО), структура которой, определяется сложностью решаемых задач, а её эффективность - степенью автоматизации решения этих задач. Поэтому в основе выбора структуры АСОУ ПО, применительно, к заданному гарнизону должны быть строго сформулированные задачи.

АСОУ ПО предназначена для:

а) Хранения:

- 1) информации о состоянии всех видов пожарной техники в гарнизоне.
- 2) справочных данных об объектах.
- 3) типовых программ тушения пожаров различных рангов (номеров).
- 4) расписания выездов пожарных подразделений на тушение пожаров.

б) Приема и автоматической регистрации всех видов информации.

в) Автоматизации:

- 1) диалога «диспетчерский пункт - заявитель»;
- 2) селекции полезной информации;
- 3) анализа поступающей информации и выработки оптимального управленческого решения;
- 4) передачи приказов пожарным частям;
- 5) контроля исполнения приказов;

- 6) восстановления сведений об изменении состава пожарной техники в пожарных частях, на пожарах;
 - 7) выбора оптимального маршрута до места пожара;
 - 8) отображения оперативной обстановки в городе на электронном (плазменном) светоплане;
 - 9) отображения наличия пожарной техники в частях применительно к реальному масштабу времени;
 - 10) отображения на световом плане города маршрута движения к месту пожара пожарной техники в реальной топографии и реальном масштабе времени;
 - 11) контроля времени прибытия пожарной техники на пожар и в пожарную часть;
 - 12) прогнозирования развития пожаров для наиболее важных объектов;
 - 13) выработки упреждающих управленческих решений по тушению пожаров.
- г) Хранения и автоматизации поиска оперативных планов тушения пожаров конкретных объектов.
- д) Обеспечения круглосуточной надежной оперативной связи» [13].

Автор мотивирует внедрение данных систем тем, что «в определенных ситуациях (возникновение более двух пожаров одновременно или с незначительным смещением во времени, быстрое усложнение оперативной обстановки и др.) диспетчеры не в состоянии рационально, а тем более оптимально управлять силами и средствами местного пожарно-спасательного гарнизона. Появляются потери времени из-за выбора имеющейся в гарнизоне техники, текущей ручной регистрации основных управленческих решений приказов по использованию сил и средств, текущего учета» [13].

«АСОУ ПО обеспечивает информационную поддержку при:

- приеме и обработке заявок о пожарах (ЧС), включая формирование приказов на привлечение сил и средств на их ликвидацию;

- учете и контроле за состоянием и дислокацией пожарной и специальной аварийно-спасательной техники и вооружения;
- разработке регламентных документов службы, определении порядка привлечения сил и средств для тушения пожаров;
- передислокации подразделений в зависимости от режимов функционирования;
- предварительном планировании боевых действий;
- управлении боевыми действиями на пожаре (ЧС), осуществлении в установленном порядке учета изменения обстановки, применения сил и средств, а также регистрации необходимой информации;
- проведении других мероприятий, направленных на обеспечение установленного порядка несения службы и повышение эффективности боевых действий на пожаре (ЧС)» [13].

Автор утверждает, что в основу данной системы положены типовые решения, но для каждого конкретного пожарно-спасательного гарнизона на этапе предпроектных изысканий необходимо количественно определить фактическую интенсивность вызовов. А также «структура АСОУ ПО определяется географическим положением объектов охраны, дислокацией подразделений пожарной охраны и выполняемыми ими функциями» [13].

Изучив статью, сделан вывод, что система, предложенная автором, является действенным инструментом для повышения эффективности управления силами и средствами гарнизона, так как помогает человеку не совершать ошибок, которые могут стать фатальными. В настоящее время технологии вышли на высокий уровень, полным ходом идет развитие искусственного интеллекта, компьютерных технологий, облегчающих жизнь как простым людям в быту, так и в различных сферах деятельности. Поэтому и деятельность пожарной охраны достойна автоматизации, а человеку стоит довериться проверенным системам и иметь возможность опереться на результаты расчета программы, которая беспристрастно и с большой

скоростью способна предоставить наиболее оптимальное решение поставленной задачи.

Вопрос оценки эффективности системы поддержки принятия решений по управлению силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона также рассматривают Крупкин А.А., Максимов А.В. и Матвеев А.В. «Возникают вопросы оценки эффективности системы поддержки принятия решений. Под качеством управленческих решений по управлению силами и средствами ПСГ понимается степень соответствия управленческих решений определенной системе характеристик качества, удовлетворяющая лиц, принимающий решения (ЛПР) и обеспечивающая эффективное использование ресурсного потенциала ПСГ» [17].

«К основным характеристикам качества управленческих решений авторы относят: обоснованность решений, непротиворечивость, своевременность, адаптивность, реальность» [17].

«Произведенная качественная оценка обоснованности принятия управленческих решений при управлении силами и средствами ПСГ подтвердила потенциально высокую эффективность использования системы поддержки принятия решений по сравнению с традиционным подходом к принятию решений (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка обоснованности принятия управленческих решений при управлении ресурсами ПСГ

Факторы, влияющие на эффективность решений по управлению персоналом и ресурсами ПСГ	Традиционные методы принятия решений	СППР
1 Профессиональные знания, подготовка и квалификация лиц, принимающих решения	+	+
2 Понимание и применение лицами, принимающими решения, основных принципов управления и принятия решений	+	+
3 Понимание и применение тенденций развития целевых показателей управления	-	+
4 Наличие полной, достоверной и научно обоснованной информации	-	+

Разработанный авторами инструмент существенно повышает значение и ценность своевременной и достоверной информации, которую с полным основанием можно рассматривать как один из видов ресурсов, обеспечивающих эффективность ликвидации пожаров и других ЧС.

Разработанная система поддержки принятия решений позволяет на основе исходных данных об оперативной обстановке, а также возможных вариантов структурно-образующих элементов (сил и средств) ПСГ, генерируемых экспертом-аналитиком, осуществлять прогнозирование результатов функционирования ПСГ при каждом из вариантов и провести сравнительный анализ с требуемыми значениями коэффициентов боеготовности. Это позволяет получать научно обоснованные решения по планированию соотношений сил и средств ПСГ.

Таким образом, реализация специального программного обеспечения системы поддержки принятия решений позволила существенно повысить обоснованность решений по планированию соотношений структурно-образующих элементов ПСГ и явилась необходимым этапом автоматизации стратегического планирования в области обеспечения пожарной безопасности» [17].

Авторы высоко оценивают данную систему поддержки принятия решений, но я попробую взглянуть на данную систему с другой стороны. Постоянно опираясь на решения, принятые системой, ЛПР теряет свою инициативность, а также уверенность в своих решениях, считая, что СППР подберет оптимальное решение. А что, если у ЛПР не будет доступа к данной системе, или, скажем, произойдет сбой, и система будет работать некорректно или вовсе перестанет работать? Именно поэтому основополагающим должно быть решение ЛПР, а система поддержки принятия решений должна выполнять лишь функцию опоры, возможности скорректировать или же дополнить основное решение.

Степанов О.И., Денисов А.Н., Степанова Я.В., Осипенко С.И. [45] также затрагивают применение систем информационно-аналитической поддержки управленческих решений при пожаротушении. Разработанное авторами программное обеспечение служит интеллектуальным инструментом, который на основе анализа данных и расчетов предоставляет руководителям на разных уровнях структурированные предложения по оптимальному использованию ресурсов пожарных подразделений для повышения эффективности тушения пожаров в зданиях.

Стоит отметить работу Баканова М.О., Суровегина А.В., Катина Д.С. [2], в которой «рассмотрена возможность применения данных о количестве заступающего личного состава на боевое дежурство в подразделении пожарной охраны, как фактор, влияющий на эффективность тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на месте вызова. Данная количественная характеристика будет оказывать влияние не только на сам ход ликвидации горения, но и на временные показатели, характеризующие оперативную деятельность подразделения, входящего в состав местного пожарно-спасательного гарнизона» [2].

2.2 Анализ социально-экономических условий

Социально-экономические условия выступают ключевым фактором, обуславливающим эффективность функционирования гарнизона пожарной охраны при организации тушения пожаров и проведении АСР. Эти условия – не просто фон, а активные факторы, напрямую определяющие ресурсные возможности, кадровый потенциал и в конечном счете – способность выполнить поставленные задачи по защите населения и территорий.

Основу всего составляет экономический фактор. Объем и стабильность бюджетных средств, выделяемых в соответствии с полномочиями, закрепленными 69-ФЗ [36] «О пожарной безопасности» и бюджетным законодательством РФ, определяют возможности по обновлению

изношенного парка техники, закупке современных средств спасения и связи (БПЛА, робототехника, тяжелый инструмент), обеспечению расходными материалами (ГСМ, огнетушащие вещества), ремонту депо. Мы постоянно сталкиваемся с дилеммой: требования к оснащению, заложенные в технических регламентах (прежде всего 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [47]), сталкиваются с реальными бюджетными ограничениями, особенно на муниципальном уровне. Неэффективность закупочных процедур или нецелевое использование средств лишь усугубляют дефицит. Экономическое состояние территории напрямую сказывается: крепкая налоговая база – больше возможностей; наличие опасных производств – необходимость дорогостоящей специализации гарнизона; изношенная инфраструктура (дороги, водопроводы с низким давлением в гидрантах) – дополнительные затраты на логистику и технику. Рост цен на эксплуатационные расходы (топливо, запчасти, СИЗОД) постоянно съедает и без того ограниченные ресурсы.

Кадровый вопрос – это краеугольный камень, глубоко укорененный в социальной почве. Уровень оплаты труда личного состава, особенно в сравнении со средним по региону и схожими по риску профессиями, является ключевым социально-экономическим индикатором. Низкая зарплата при высоких рисках – основная причина катастрофической текучки кадров и дефицита опытных специалистов, что прямо противоречит целям обеспечения постоянной готовности, декларируемым 69-ФЗ [36]. Социальные гарантии (обеспечение жильем, качественное медобслуживание, поддержка семей) часто недостаточны. Демографическая ситуация (старение населения, отток молодежи, миграция) напрямую влияет на возможности комплектования подразделений и специфику работы с населением при ЧС (эвакуация маломобильных групп). Социальная напряженность или высокий уровень безработицы могут косвенно повышать пожарные риски, увеличивая нагрузку на гарнизон. Проблема психологического состояния личного состава, подверженного высоким стрессам и риску посттравматического

стрессового расстройства, также требует социально-экономических решений – финансирования психологической службы и реабилитационных программ.

Эффективность действий гарнизона критически зависит от пространственных особенностей и состояния инфраструктуры территории, которые, в свою очередь, формируются под воздействием градостроительной политики. Плотность застройки, этажность, наличие ветхого фонда и самостроев, состояние дорог и водопроводных сетей – факторы, напрямую влияющие на тактику, требуемые силы и средства, а главное – на время реагирования и безопасность самих пожарных. Несоблюдение требований к противопожарным разрывам, подъездным путям и водоисточникам, регламентированных 123-ФЗ [47] и Градостроительным кодексом РФ, на практике является мощным негативным социально-экономическим фактором, зачастую сводящим на нет усилия гарнизона. Наличие объектов с массовым пребыванием людей (ТРЦ, школы, больницы), обусловленное социально-экономическим развитием территории, требует особого внимания и ресурсов. Удаленность некоторых населенных пунктов или промышленных зон усложняет межгарнизонное взаимодействие и маневр силами.

Управленческий аспект и правоприменительная практика выступают связующим звеном. Эффективность гарнизона пожарной охраны сильно зависит от того, какой приоритет местные власти уделяют пожарной безопасности в рамках своей компетенции. Решающее значение имеет степень участия администрации в создании и финансировании соответствующих муниципальных программ, а также фактическое функционирование предписанного законом межведомственного взаимодействия. Важно отметить, что результативная профилактическая работа (надзор) прямо уменьшает нагрузку на гарнизон при ликвидации происшествий. Возможность выделения земель под новые депо или оптимизацию дислокации также зависит от воли и возможностей местного самоуправления.

Прокопьевский пожарно-спасательный гарнизон включает в себя

административные границы Прокопьевского городского округа, Прокопьевского муниципального округа и Киселёвского городского округа.

Сделаем статистический анализ техносферных пожаров в Прокопьевском и Киселёвском городских округах и Прокопьевском муниципальном округе за 2021–2024 гг. Прокопьевского муниципального округа Кемеровской области – Кузбасса за 2020-2024 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Техносферные пожары на территории Прокопьевского ПСГ за 2020-2024 гг. [1]

Наименование показателя	Годы					Общее количество
					(9 мес.)	
Кол-во пожаров, ед.						
Зарегистрировано погибших людей, чел.						
Зарегистрировано погибших детей, чел.						
Кол-во травмированных людей, чел.						
Кол-во травмированных детей, чел.						
Кол-во спасенных людей, чел.						
Кол-во эвакуированных людей, чел.						
Прямой ущерб, млн. руб.						

В Прокопьевском муниципальном округе располагается 78 населенных пунктов, в которых проживает 43450 человек. Прокопьевск – город в Кемеровской области – Кузбассе, образующий отдельное муниципальное образование Прокопьевский городской округ, который является третьим по количеству жителей и пятым по площади территории с населением 177819

человек. Динамика пожаров и прямого материального ущерба на территории Прокопьевского ПСГ за 2020 – 2024 гг. (рисунок 4).



Рисунок 4 – Динамика пожаров и прямого материального ущерба на территории Прокопьевского ПСГ за 2020 – 2024 гг.

Из статистических данных следует, что за 9 месяцев 2024 года на территории Прокопьевского ПСГ произошло всего 651 пожар, что на 522 пожара меньше, чем за 12 месяцев 2023 года. При пожарах в 2024 г. погибло 18 человек (в том числе 1 ребенок), получили травмы 14 человек. Сравнивая общее количество пожаров за 5 лет, видим, что наибольший показатель пожаров наблюдается в 2022 г. – 1436 пожаров, наибольший прямой ущерб был зафиксирован в 2021 г., наибольшее число людей, погибших на пожаре, зафиксировано в 2020 г., а больше всего травмированных при пожаре людей зафиксировано в 2023 году.

Прослеживая динамику возникновения техногенных пожаров на территории Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона (рисунок 11), не наблюдается выраженной закономерности, количество пожаров варьируется от 651 до 1436 случаев возгорания в разные годы. Самый высокий показатель зафиксирован в 2022 г. (1436 случаев пожара), самый низкий - за 9 месяцев 2024 г. (651 пожар). Также необходимо отметить, что в 2021 г. в Прокопьевском ПСГ прямой ущерб от пожаров превысил 70 млн.

руб.

Динамика пострадавших жителей в результате техносферных пожаров в Прокопьевском ПСГ за 2020–2024 гг. (рисунок 5).



Рисунок 5 – Динамика погибших жителей в результате техносферных пожаров в Прокопьевском ПСГ за 2020–2024 гг.

На рисунке 6 изображена диаграмма с данными о людях, погибших на пожарах на территории Прокопьевского ПСГ за 2020-2024 гг. Самое высокое число погибших людей в 2020 году - 26 человек. 25 гибелей людей произошло в 2023 году. В 2022 году пожары унесли жизни 22 человек. Меньше всего погибших за выбранный период наблюдается за 9 месяцев 2024 года. Наибольшее количество детей, погибших при пожаре, по 2 ребенка в 2020 и в 2021 годах, также по одному ребенку в 2022 году и за 9 месяцев 2024 года. в 2023 году гибели детей при пожарах не произошло.

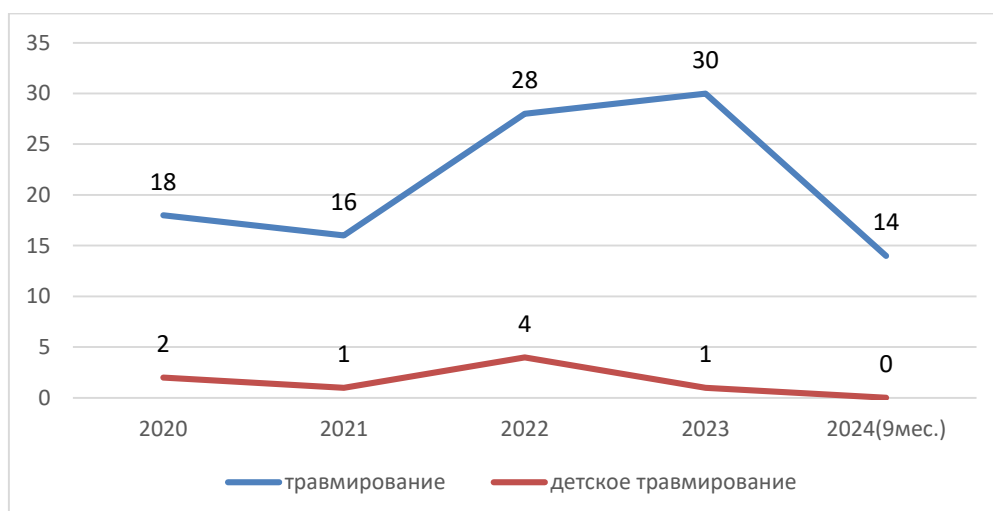


Рисунок 6 – Динамика пострадавших жителей в результате техносферных пожаров в Прокопьевском ПСГ за 2020–2024 гг.

Диаграмма на рисунке 6 демонстрирует данные о людях, пострадавших на пожарах в Прокопьевском пожарно-спасательном гарнизоне за 2020-2024 гг. Больше всего пострадало в результате пожаров 30 человек в 2023 году; в 2022 года количество пострадавших составило 28 человек, в 2020 и 2021 гг. – 18 и 16 травмированных человек соответственно. За 9 месяцев текущего года пострададо 14 человек. Наибольшее количество травмированных при пожарах детей наблюдается в 2024 году - 4 ребенка. За 9 месяцев 2024 года травмированных на пожарах детей нет. в 2020, 2021 и 2023 годах травмировались на пожарах 2, 1 и 1 ребёнок соответственно.

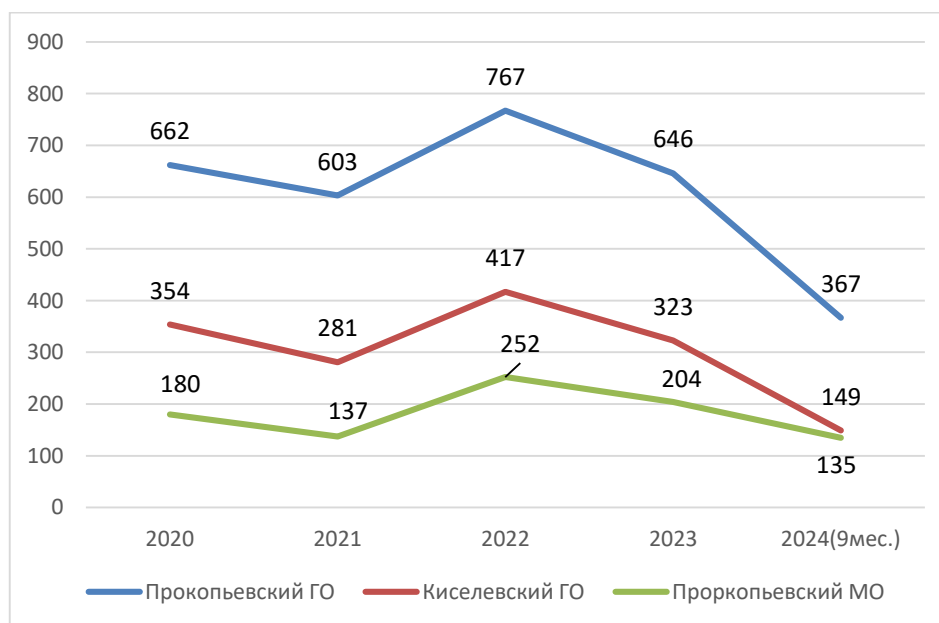


Рисунок 7 – Динамика техносферных пожаров по территориям Прокопьевского ПСГ за 2020–2024 гг.

При внимательном изучении динамики техносферных пожаров по территориям Прокопьевского ПСГ (рисунок 7) можно заметить, определенную закономерность, кривые на диаграмме имеют схожую форму. Прокопьевский городской округ лидирует по количеству пожаров в 2022 г.

(767 случаев пожара), меньше всего пожаров произошло в Прокопьевском муниципальном округе за 9 месяцев 2024 г. (135 пожара).

На рисунке 8 изображена диаграмма с данными о погибших людях на территориях Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона за 2020-2024 гг. Самое высокое число погибших людей зафиксировано в Прокопьевском городском округе в 2020 году - 23 человека; в последующие два года наблюдается значительное уменьшение количества погибших более чем в 2 раза в данном округе. В 2023 году - 15 случаев, а за 9 месяцев 2024 года - 13 случаев гибели людей на пожаре. Далее по показателю количества погибших следует Киселевский городской округ, здесь также наибольшее количество погибших было зарегистрировано в 2020 г., в последующие годы наблюдается снижение количества погибших, а именно 2021 г. - 7 человек, г.- 10 человек, 2023 г. - 6 человек и за 9 месяцев 2024 г. 2 человека.

В Прокопьевском муниципальном округе наибольшее число людей, погибших на пожаре зарегистрировано в 2020-2021 гг. по 6 человек. В 2022 г. - 3 погибших на пожаре человека, в 2023 - 4 человека и за 9 месяцев 2024 года - 3 случая гибели людей на пожаре. Динамика случаев гибели людей по территориям Прокопьевского ПСГ за 2020–2024 гг. (рисунок 14).

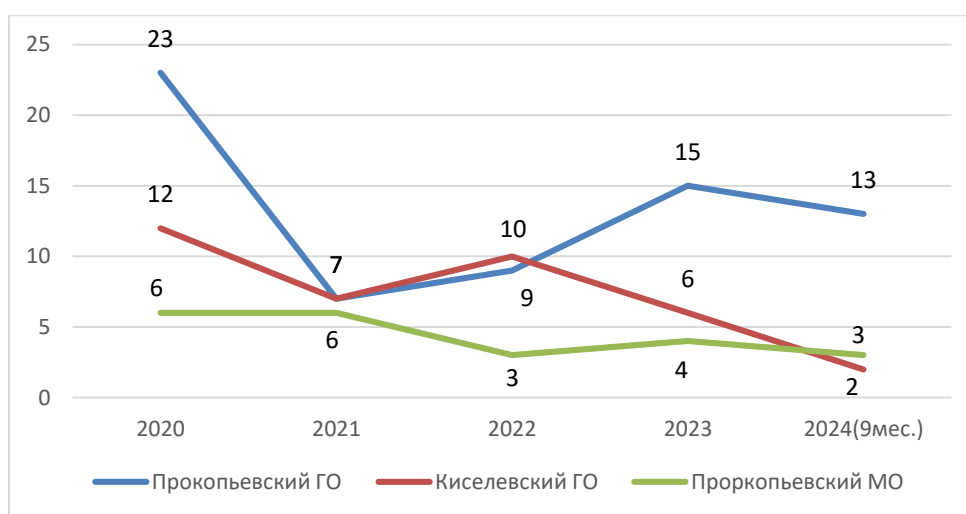


Рисунок 8 – Динамика случаев гибели людей по территориям Прокопьевского ПСГ за 2020–2024 гг.

«Численность личного состава дежурного караула – это один из ключевых факторов, оказывающий непосредственное влияние на успех в тушение пожаров. Данный фактор будет влиять не только на сам ход ликвидации горения, но и на временные показатели, характеризующие оперативную деятельность подразделения, входящего в состав местного пожарно-спасательного гарнизона. От количества привлекаемых сил и средств к месту вызова напрямую будет зависеть тот объем работ (количество операций, выполняемых одним пожарным в промежутке от момента прибытия к месту вызова до подачи первого ствола на решающем направлении), который способен выполнить прибывший дежурный караул в составе двух отделений. Временные показатели выполнения необходимых работ будут влиять непосредственно на время развития пожара, а соответственно и его геометрических параметров, что может значительно усложнить складывающуюся оперативную обстановку на месте вызова» [2].

«Установлено, что снижение численности привлекаемого к месту вызова личного состава, снизит как эффективность ведения боевых действий, так и увеличит указанные выше временные показатели, характеризующие оперативную деятельность пожарной охраны» [2].

Хочется отметить, что данная статья имеет наибольшую значимость среди изученных, так как личный состав – это основной и самый ценный ресурс пожарной охраны. Вся пожарная техника, пожарно-техническое вооружение, инновации, системы автоматизации и поддержки принятия решений бесполезны, если нет личного состава.

Недостаточное количество личного состава также затрудняет процесс тушения пожаров и проведения АСР. В основе организации тушения лежат тактические нормативы расчета минимально необходимой численности личного состава. Недоукомплектованность расчетов на определенных работах нивелируется повышением операционной нагрузки на доступный персонал, что приводит к увеличению времени выполнения данного вида работ, а также повышенным индивидуальным нагрузкам личного состава.

Некоторые виды работ выполнить меньшим количеством исполнителей вовсе невозможно, либо за пределами трудно. Пожарная охрана – это, прежде всего, участники тушения пожара, которые в любую секунду готовы прийти на помощь. Поэтому необходимо популяризировать данную профессию среди населения, а также поднимать ее престиж.

Проанализировал структуру пожарно-спасательного гарнизона, теоретические, законодательные принципы его построения и системы управления в своей работе П.В. Молодоженцев [24], в которой определил возможные пути повышения эффективности деятельности гарнизона.

В своей статье автор дает определение пожарно-спасательному гарнизону, системе управления пожарно-спасательным гарнизоном, описывает режимы функциональности, затрагивает тему полномочий начальника местного гарнизона, а также предлагает пересмотреть федеральное законодательство в части, касающейся понятий «пожар и ЧС».

Помимо прочего, закон возлагает на начальника подразделения ФПС в Гражданской обороне, который также занимает должность начальника местного гарнизона, следующие основные обязанности:

- руководство Федеральным ГПН;
- руководство службой газодымозащиты;
- воспитательная работа;
- борьба с коррупцией;
- задачи РТП (при пожаре);
- финансово-хозяйственные задачи специального отдела ФПС;
- кадровые вопросы;
- организация гарнизонной и караульной службы;
- другие задачи.

Излишняя ответственность в конечном итоге приводит к принятию плохих решений, психологическому и эмоциональному истощению и другим

последствиям переработок. Законы и нормативные акты не предусматривают льготы для сотрудников или компенсации за работу вне гарнизона.

Другая обязанность ПСГ заключается в обеспечении оптимальных условий для использования ресурсов гарнизона «во время пожаротушения и аварийно-спасательных операций. В частности, командиры на уровне местного гарнизона исключены из критических этапов, таких как прогнозирование будущих потребностей и стратегическое планирование закупок оборудования для пожаротушения и материалов для аварийно-спасательных операций» [24].

В настоящее время, благодаря стремительному развитию технологий, на рынке представлено множество видов оборудования, машин и расходных материалов, но не все они обладают идеальными техническими характеристиками или высокими стандартами производства. Поставки оборудования в пожарно-спасательные гарнизоны осуществляются централизованно, часто без учета особенностей охраняемых зон и объектов [24]. Обширный ассортимент оборудования, особенно первичных пожарных машин на базе, приводит к общему снижению эффективности работы.

К негативным факторам можно также причислить:

- сложность понимания тактико-технических характеристик различной техники;
- выполнение расчетов сил и средств при пожаротушении осложнено необходимостью учета множества тактико-технических параметров пожарной техники;
- осуществление разовых закупок дорогих запчастей, необходимых для поддержания эксплуатационной готовности пожарной техники;
- самостоятельное переоснащение транспортных средств в пределах подразделения в соответствии с современными требованиями и установленными стандартами.

Управление местными пожарными частями следует совершенствовать по следующим направлениям:

- разработка единой концепции строительства и организации станций;
- внесение изменений в действующие законы и нормативные акты, а также принятие новых для предотвращения конфликтов;
- интеграция стратегического планирования в функции станций;
- использование унифицированного, надежного и современного оборудования;
- внедрение на законодательном уровне принципа взаимозависимости системы органов общественной безопасности с органами государственной власти или местного самоуправления;
- исключить дублирование функций руководителей подразделений общественной безопасности и делегирование второстепенных функций подчиненным должностным лицам;
- для повышения мотивации сотрудников установить заработные платы и льготы, а также обеспечить регулярную аттестацию в подразделении.

Для решения комплексных задач, стоящих перед МЧС России до 2030 года, необходимо задействовать внутренний потенциал, сосредоточившись на повышении квалификации сотрудников, совершенствовании управленческих навыков с помощью современных методов обучения, применяемых в учебных заведениях министерства, постоянной подготовке руководителей оперативных подразделений, а также пожарных и спасателей в качестве универсальных специалистов [14].

Вот такие проблемы и методы их решения презентует автор, особенно связанные с поставками в гарнизоны централизованным способом. Изучение потребностей конкретного подразделения, сбор потребностей на уровне территориального гарнизона и удовлетворение их однозначно бы повысило эффективность пожарно-спасательных гарнизонов. Большая разница, когда пришло то, что нужно, а не то, что было.

Отмечается, что развитие внутренних резервов, таких как профессионализм личного состава, квалификация начальствующего состава и универсальность пожарных и спасателей, ведет к повышению эффективности применения СиС гарнизонов при тушении пожаров и проведении АСР.

Стоит добавить, что необходимо оснащать личный состав передовыми современными разработками, не экономя на оснащении пожарных подразделений, средствах защиты и обмундировании. Качественная и удобная боевая одежда пожарных, а также облегченные средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, пожарно-технические средства дают возможность выполнить больше полезной работы.

Шевцов М.В., Шевцов Б.А., Бахарев Д.В., Савин А.В. [50] рассмотрели вопросы, связанные с взаимодействием различных видов пожарной охраны, дислоцирующихся на территории одного пожарно-спасательного гарнизона.

«Эффективность деятельности пожарно-спасательных гарнизонов (ПСГ) России напрямую зависит от показателей эффективности не только федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС), но и всех подразделений, входящих в состав ПСГ. В соответствии с федеральным и ведомственным законодательством процесс взаимодействия различных видов пожарной охраны, осуществляющих координационные функции в сфере обеспечения пожарной безопасности, призван обеспечить выполнение нескольких приоритетных задач:

- формирование постоянной готовности пожарно-спасательных гарнизонов к действиям по предназначению путем системной и качественной организации гарнизонной службы;
- закрепление субординационных взаимоотношений между оперативными пожарно-спасательными подразделениями различной организационно-правовой формы и ведомственной принадлежности;
- создание единого механизма привлечения всех реагирующих подразделений, территориально образующих ПСГ, к осуществлению

совместных мероприятий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ (АСР)» [49].

«Несмотря на то, что все силы и средства, участвующие в процессах пожаротушения, являются самостоятельными в организационно-штатном и функционально-структурном отношении элементами системы обеспечения пожарной безопасности, указанные компоненты должны функционировать не изолированно, а в формате комплексной взаимодополняемой и взаимосогласующейся деятельности» [51].

Авторы предлагают «совершенствовать существующие методы и подходы управления разнородными по своей сути и выполняемым задачам подразделениями, детально проанализировать нормативно-правовые акты и документы, регламентирующие организацию повседневной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов, их цели и задачи, а также проблемные вопросы, связанные с функционированием и привлечением к тушению пожаров и проведению АСР всех видов пожарной охраны» [51].

Проведем сравнительный анализ двух систем - автоматизированной системы управления пожарной охраной (АСУ ПО) и системы поддержки принятия решений (СППР).

В целом, это похожие системы, их основной функцией является прогнозирование на основе достоверных данных – внутренних и внешних. К внутренним относятся показатели оперативной деятельности ПСГ, количество сил и средств, порядок привлечения сил и средств на пожары и аварийно-спасательные работы. К внешним относится оперативная обстановка, включая статистику выездов гарнизона.

Главным различием систем является разный подход к основополагающим данным. Для СППР таковыми являются коэффициенты боеготовности и их динамика во временных показателях. Для АСУ ПО же этими данными является фактическая интенсивность вызовов, поступающих в гарнизон.

В современных условиях эффективное управление пожарной охраной невозможно без автоматизации. АСУ ПО позволяет не только повысить оперативность реагирования, но и создать условия для долгосрочного планирования и развития пожарно-спасательных гарнизонов. Если говорить простыми словами, АСУ ПО – мозг и глаза пожарной охраны. Поток данных, объединяющий силы гарнизона в одно целое, - так можно описать принцип работы данной системы.

Принципом работы СППР является систематизация и стандартизация подходов к управлению, а также научный подход к оценке готовности гарнизонов. Система поддержки принятия решений обосновывает рациональные решения в условиях ограниченных ресурсов, а также дает понимание, что каждый компонент гарнизона (люди, техника, управление) – это «кусочек пазла», который нужно правильно соединить. Также, стоит отметить, что коэффициенты боеготовности – это отражение реального состояния пожарно-спасательного гарнизона [17].

Рассчитаем уровень готовности Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона на 14 декабря 2024 года. Определим уровень готовности персонала категории «I» (командиры отделений, водители, ствольщики и др.) для каждого момента времени следующим соотношением:

$$K_{лс,l}(t) = \frac{m_{z_0}^{(l)}(t) + m_{z_1}^{(l)}(t)}{N_L^{(l)}}, \quad (1)$$

где $m_{z_0}^{(l)}$ – средняя численность личного состава вида l , находящегося в режиме боевого дежурства;

$m_{z_1}^{(l)}$ - средняя численность личного состава вида l , находящегося в состоянии сбора и возвращения к месту постоянной дислокации с места ликвидации пожара или ЧС;

$N_L^{(l)}$ – количество личного состава вида l .

$$K_{лс,l}(t) = \frac{43+4}{205} = 0,23. \quad (2)$$

Далее определим коэффициент боеготовности нерасходуемых материальных ресурсов (средств) вида j (автоцистерны, автолестницы, автомобили газодымозащитной службы и др.) для каждого момента времени t :

$$K_{p,j}(t) = \frac{m_{w_0}^{(j)}(t) + m_{w_4}^{(j)}(t)}{N_L^{(j)}}, \quad (3)$$

где $m_{w_0}^{(j)}$ – средняя количество средств вида j , находящихся в пожарно-спасательном гарнизоне;

$m_{w_4}^{(j)}$ – средняя численность нерасходуемых материальных ресурсов (средств) вида l , находящихся в состоянии сбора и возвращения к месту постоянной дислокации с места ликвидации пожара или ЧС;

$N_L^{(j)}$ – общее количество нерасходуемых материальных ресурсов (средств) вида j , находящихся в пожарно-спасательном гарнизоне» [17].

$$K_{p,j}(t) = \frac{11+1}{30} = 0,4. \quad (4)$$

В связи с этим сделан вывод, что лишь около 23% личного состава вида 'Г' (командиры отделений, водители, ствольщики и др.) находится в полной или частичной боевой готовности. Данное обстоятельство говорит нам о том, что есть существенные проблемы с укомплектованностью или готовностью персонала к немедленному выезду на тушение пожаров. Надо проанализировать причины невысокого коэффициента: нехватка личного состава, болезни, отпуска, недостаточная подготовка и т.д.

Лишь 40% техники (автоцистерны, автолестницы и др.) на данный момент полностью или частично исправны. Требуется проанализировать техническое состояние техники, определить причины неисправностей и разработать план мероприятий по повышению уровня технической готовности.

В целом, полученные коэффициенты свидетельствуют о необходимости принятия неотложных мер по повышению боеготовности Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона.

Меры заключаются в следующем:

- провести набор и подготовку новых специалистов;
- организовать дополнительные тренировки и курсы повышения квалификации для персонала;
- провести ремонт и техническое обслуживание неисправной техники, обеспечить своевременное проведение профилактических работ;
- провести детальный анализ причин низкого коэффициента боеготовности как персонала, так и техники, чтобы выявить узкие места и разработать эффективные решения;
- рассмотреть вопрос о замене устаревшей техники на более современную и надежную.

Вывод по разделу 2

Таким образом, представленный анализ свидетельствует о системном характере выявленных недостатков в применении сил и средств пожарных гарнизонов. Проблемы управления, ресурсного обеспечения, организации тактики, кадрового потенциала и технической оснащенности тесно взаимосвязаны и взаимно усугубляют друг друга. Дефицит ресурсов (кадры, техника, финансы) напрямую влияет на качество управления и снижает общую эффективность операций. Недостаточная подготовка персонала и слабая техническая база непосредственно угрожают безопасности личного состава и замедляют выполнение поставленных задач. Устаревшие подходы к управлению и связи не позволяют реализовать потенциал даже имеющихся

сил в полном объеме. Повышение эффективности применения гарнизонных сил при тушении пожаров и проведении АСР требует комплексного подхода, включающего модернизацию техники и систем управления, совершенствование подготовки кадров и тактики ведения работ, укрепление механизмов межведомственного взаимодействия, активное внедрение современных технологий, а также усиление мер по поддержанию физического и психологического здоровья спасателей. Решающим условием для реализации этих направлений является обеспечение адекватного и целевого финансирования.

В разделе были подобраны материалы, включающие научные труды, затрагивающие основные проблемы и недостатки применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Был проанализирован отечественный и зарубежный опыт организации управления сил и средств пожарно-спасательного гарнизона при тушении пожаров и проведении АСР.

3 Разработка рекомендаций по улучшению условий для эффективного применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

3.1 Способы повышения эффективности управления при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ

Ключевым направлением повышения эффективности управления силами при пожаротушении и АСР является приоритет мобильности и оперативности подразделений, особенно в условиях массовых мероприятий. Достижение этой цели обеспечивается за счет комплексного оснащения подразделений современными техническими средствами: робототехническими комплексами и беспилотными авиационными системами для ведения разведки, доставки средств тушения, работы в зонах повышенного риска; современными средствами мониторинга и связи для обеспечения оперативного сбора, обработки и передачи информации, координации действий; специализированной экипировкой, снаряжением и медицинским оборудованием для повышения безопасности и эффективности работы личного состава, оказания первой помощи.

Особую роль в данном контексте играют дроны. Они представляют собой беспилотные летательные аппараты на дистанционном управлении. Их нередко используют при пожарах, и не только для тушения пламени. С их помощью анализируют ситуацию, разрабатывают тактику, что повышает эффективность дальнейших мероприятий, снижает уровень опасности для жизни людей.

Использование дронов для тушения пожаров имеет ряд преимуществ:

- быстрое получение информации (с помощью дрона можно быстро провести разведку, не подвергая при этом опасности жизни пожарных, дальнейший план будет строиться на полученных сведениях);

- доступ к труднодоступным локациям (контролировать действия пожарных и при необходимости корректировать их становится проще (в т. ч. при проведении спасательных операций)).
- обнаружение тлеющих участков (если они не будут вовремя замечены и устранены, то могут привести к повторному возгоранию; дроны позволяют найти их быстрее, а значит, не допустить нового пожара);
- профилактика и предотвращение (регулярные разведки с помощью дронов помогают избежать ЧС; с беспилотниками проще на ранних стадиях заметить лесной пожар и приступить к тушению, пока огонь не успел распространиться, захватить большую площадь) [46];
- снижение рисков для жизни людей.

На пожаре используются 2 типа дронов: для дистанционной разведки и с возможностью тушения [8].

Чтобы проводить разведку на горящих объектах, мониторинг лесных массивов, используются чаще всего квадрокоптеры. Они компактные, маневренные. Хорошая камера позволяет получать точную картину ситуации с воздуха, а в горящих зданиях их возможно направить в труднодоступные зоны для изучения обстановки, оценки рисков. Часто используют модели Bebob-pro Thermo или Dji Phantom 4 Pro.

Кроме мелких маневренных квадрокоптеров применяются крупные беспилотники: гексакоптеры, октокоптеры. Такие дроны тушат пожар: они в режиме глиссирующего полета набирают в водоеме воду, после чего сбрасывают ее над очагом возгорания. Также дроны тушения могут оснащать емкостями, заполненными специальными порошковыми составами для тушения. Их выбирают для газовых или нефтяных пожаров, используют при возгораниях в многоэтажных строениях или зданиях со сложной архитектурой.

Если пожар тушат в высотном здании, предпочтение отдают беспилотникам вертолетного или мультикоптерного типа. С их помощью можно быстро поднять на высоту пожарный рукав.

Дроны на пожаре выполняют 3 главных задачи:

- поиск очагов возгорания – быстрое обнаружение огня возможно за счет тепловизора, можно измерить температуру поверхности, обнаружить зоны, где показатели максимальны;
- патрулирование лесных массивов – регулярное изучение обстановки с помощью дронов позволяет минимизировать ущерб от лесных пожаров; нередко удается предотвратить возгорание, но если оно все же случится, дроны помогут быстрее его заметить и ликвидировать;
- поиск и спасение – пострадавших можно быстрее обнаружить, своевременно оказать им помощь.

Применение дронов-квадрокоптеров на пожарах выгодно с экономической точки зрения. Беспилотники служат долго, разовые затраты на их покупку быстро окупаются. С их помощью удастся спасти большие площади лесных массивов, а значит, сохранить ценные природные ресурсы. Также беспилотники позволяют быстрее потушить пожары в зданиях. При этом снижаются затраты на ремонт, восстановление строения и находившихся внутри предметов (например, дорогого оборудования).

Также с помощью дронов нередко удастся спасти людей, избежать ущерба их здоровью или уменьшить его [46]. При этом человек продолжит ходить на работу, выполнять свои обязанности. Компании не придется выплачивать компенсацию или искать нового сотрудника. Дроны для тушения пожаров представлены на рынке производителями из США, Китая, Европы и России.

Дроны для тушения пожаров в России применяют как в зданиях, так и на открытой местности. Они подходят для работы в условиях повышенной опасности, в частности, если есть риск возгорания взрывчатых веществ [8].

Также дроны полезны при спасательных работах: с их помощью ищут людей, которым огонь отрезал пути к отступлению, а также пострадавших при пожаре или погибших.

Рассмотрим некоторые из вариантов.

«Квадрокоптер DJI Mavic 3 Thermal с тепловизором. Mavic 3 Thermal имеет складную конструкцию, малые габариты и массу, оснащается тепловизором с разрешением 640×512 пикселей, широкоугольной камерой 48 Мп и телекамерой 12 Мп. Максимальная дальность полета - 32 км, время в воздухе - 45 минут.

Коптеры серии Mavic 3 Enterprise производства компании DJI подтверждают свою надёжность и неприхотливость в эксплуатации тысячами пользователей по всему миру год за годом. Складная конструкция позволяет хранить и перевозить дрон вместе с другим оборудованием и готовить его к полёту за считанные минуты. Интерфейс тепловизора (рисунок 9).



Рисунок 9 – Интерфейс тепловизора

В корпусе на трёхосевом гиростабилизированном подвесе размещаются тепловизор с разрешением 640×512 пикселей, 48 Мп широкоугольная и 12 Мп телекамеры. Тепловизионная камера Mavic 3T имеет разрешение 640×512 и поддерживает измерение температуры в

точках и зонах, оповещения о высокой температуре, цветовые палитры и изотермы, которые помогут находить цели и принимать быстрые решения.

Улучшенная широкоугольная камера с матрицей 1/2" CMOS способна снимать 48 Мп фото и видео в разрешении 4К. 12 Мп телекамера имеет 56-кратный гибридный зум с 8-кратным увеличением без потери качества. Это позволит рассмотреть мельчайшие детали, обнаружить первые признаки и очаги возгорания, источники задымления в тот момент, когда пожар ещё находится на начальной стадии и пока что не требуются значительные усилия для тушения.

Во время экстренных операций особое внимание должно быть уделено коммуникации. Громкий динамик, установленный на коптер DJI Mavic 3T, позволяет передавать голосовые команды, координировать в реальном времени работу пожарных расчётов и эвакуацию пострадавших. Также для выполнения различных задач Mavic 3 Thermal может оснащаться дополнительными аксессуарами» [8].

«DJI Matrice 300 RTK с подвесом Zenmuse H20T, оснащённый гибридной камерой и тепловизором. Решение объединяет в себе возможности для длительного барражирования, измерения температур в точках и выделенных зонах, обзора больших пространств и мелких деталей с безопасного расстояния и обнаружения поджигателей лесов. Внешний вид квадрокоптера (рисунок 10)» [8].



Рисунок 10 – Внешний вид квадрокоптера

«Комплекс с гибкими возможностями для противопожарного мониторинга, патрулирования, поиска источников возгорания и координации тушения. Комплекс на базе полётной платформы DJI Matrice 300 RTK и многофункционального подвеса Zenmuse H20T отличается универсальностью и широким набором функций. Время полёта квадрокоптера с указанной полезной нагрузкой достигает 43 минут – самый большой показатель среди решений для пожарных на основе дронов Matrice для свободного полёта. Летательный аппарат может работать на высотах до 7000 м при температурах от -20 °C до +50 °C.

Широкоугольная камера служит для обзора больших территорий, например, при патрулировании лесов вы обнаружите источник дыма, находящийся на большом расстоянии от траектории полёта.

Радиометрическая термальная камера позволяет вести съёмку с температурной чувствительностью ≤ 50 мК при f/1.0. Программное обеспечение имеет множество интеллектуальных функций для измерения и визуализации температуры:

- точечный замер температуры поверхности в реальном времени;
- измерение и отображение максимальной и минимальной температуры на участках;
- режимы чувствительности «Low Gain» для широких температурных диапазонов и «High Gain» для максимальной точности в узком диапазоне;
- мгновенные уведомления в реальном времени о превышении заданной температуры на объекте или территории;
- настройка цветов для отображения температуры на дисплее.

Камера с 23-кратным оптическим зумом даёт возможность рассмотреть мельчайшие детали, оставаясь на безопасном расстоянии, например, не подлетая близко к высокому пламени, заглянуть внутрь помещений и разработать оптимальные пути для эвакуации и развёртывания пожарных

рукавов. Кроме того, вы сможете обнаружить поджигателей лесов, не выдавая своего присутствия, сделать детальные снимки и в кратчайшие сроки передать информацию для принятия оперативных мер.

Лазерный дальномер для измерения расстояния до объекта в диапазоне 3-1200 м с точностью $\pm 0,2$ м» [8].

«DJI FlightHub 2 – программное обеспечение для управления парком дронов, планирования и координации задач.

Мощный программный комплекс DJI FlightHub 2 создан специально для профессионального использования и совместим со всеми дронами и полётными платформами DJI, перечисленными выше. В зависимости от типа лицензии вы можете управлять парком из пяти, десяти и более беспилотников.

Некоторые из функций программы:

- координация действий нескольких операторов и экипажей в реальном времени;
- планирование заданий;
- прямая трансляция видео в оперативный штаб;
- получение и анализ данных о техническом состоянии оборудования;
- сбор и архивирование данных на облачном хранилище» [8].

«Для эффективного функционирования ДНД ПР и подчинённых подразделений необходим комплекс мер по эффективному сбору, обработке и оперативному извлечению необходимой информации об объектах, требующих контроля. В свою очередь регулярные изменения в нормативной базе, изменение требований к статистической и аналитической отчетности органов государственного пожарного надзора увеличивают нагрузку на ЛППР, которым помимо основной деятельности требуется оперативно передавать данные по всей иерархии органов МЧС России, а также анализировать поступающую информацию и вести статистику.

На данный момент относительно успешно функционирует ряд ресурсов, способных предоставить необходимую информацию об ОЗ. Их

преимуществами, помимо автоматизации ранее ручных процессов, являются: функции фильтрации данных по заданным критериям; сравнение и анализ статистических данных по географическим и административным принадлежностям с привязкой к временным интервалам и многое другое.

Несмотря на все достоинства применения новых цифровых технологий, существующие программные продукты (ПП) имеют ряд недостатков, связанных как с их интерфейсами, так и программной реализацией, что влечет за собой снижение оперативных показателей работы ЛПР» [12].

«При анализе используемых в министерстве информационных систем (ИС) выявлены следующие особенности:

- некоторые из ИС доступны только с определённых рабочих мест в оперативных дежурных сменах, что сильно ограничивает их применение;
- в ИС недостаточно актуальных данных по конкретной предметной области, что происходит по причине отсутствия информационного обмена между ПП;
- большинство специализированных ИС не решают в полной мере всех возложенных на них по предназначению задач, например, в ИС «лесопожарной обстановки» данные спутникового мониторинга доступны в трёх разных системах, актуальная информация по метеобстановке – в четвертой, а расчётный модуль по моделированию распространения лесного пожара – в пятой, отдельной ИС;
- отсутствие интеграции в единое информационное пространство отдельно установленных ИС на автоматизированных рабочих местах» [10].

«Помимо указанных выше проблем программной реализации, также остро стоит вопрос по применяемому математическому аппарату, возможности и точность которого ограничены и нуждаются в актуализации и расширении.

Данные результаты исследования легли в основу первого уровня модели, позволяя рассчитать расстояние до места вызова от всех близлежащих ПСЧ и выбрать ту пожарную часть, которая находится ближе по расстоянию с учетом дорожно-транспортной обстановки на текущий момент времени (рисунок 11, таблица 4).

Также первый уровень позволяет на основе машинного обучения (сбора данных по выездам подразделений, выполнения нормативного времени доставки сил и средств, статистики дорожно-транспортной обстановки) формировать зоны выездов подразделений (рисунок 11).

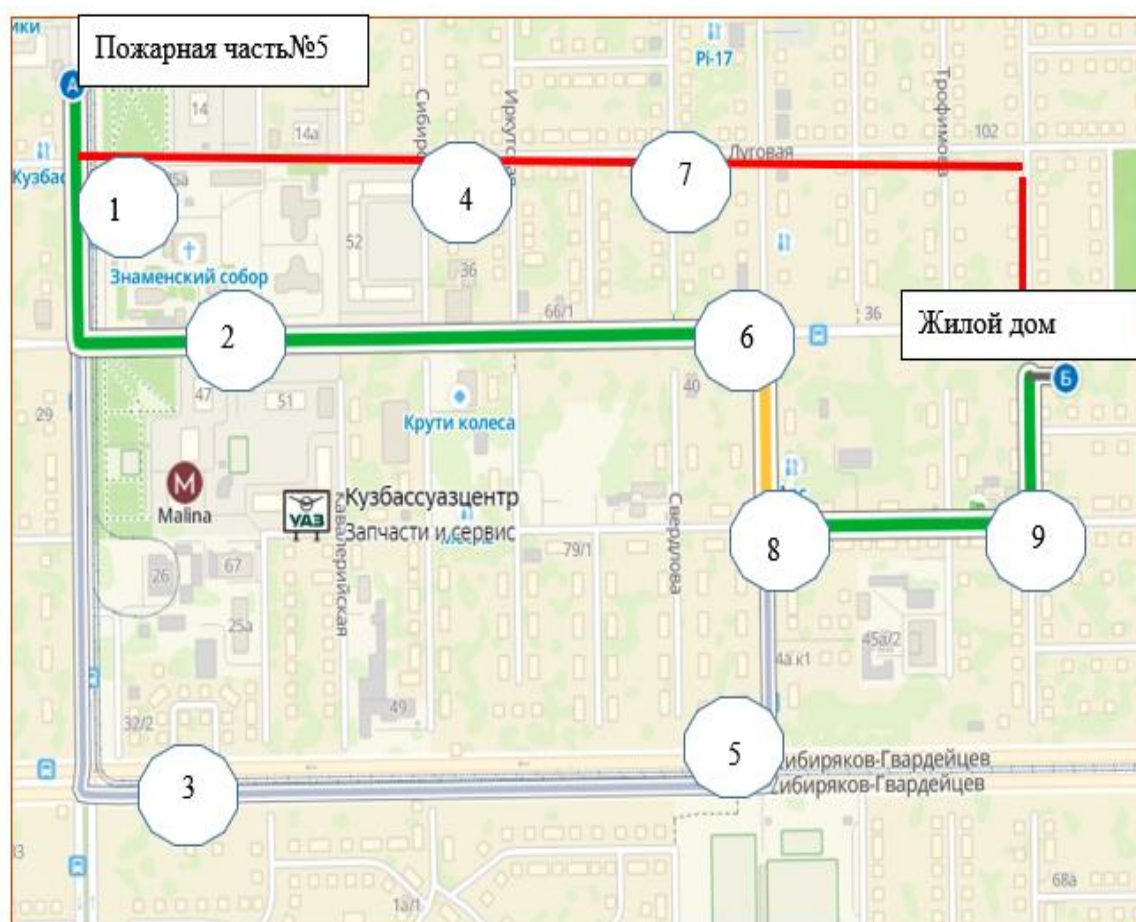


Рисунок 11 – Выбор оптимального маршрута следования

Вычисление оптимального пути следования подразделений представлено в таблице 3. В свою очередь, второй уровень корректирует

результаты расчётов первого с учетом имеющихся сил и средств в подразделениях. Например, если произошёл пожар в высокоэтажном доме, и у близлежащей ПСЧ отсутствует пожарный подъёмно-спасательный автомобиль, то необходимо проанализировать остальные близлежащие подразделения на наличие необходимой техники.

Вычисление оптимального пути следования подразделений пожарной охраны (таблица 3)» [11].

Таблица 3 – Вычисление оптимального пути следования подразделений [11]

Итерация	Метка	Вершины										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	L	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	Q											
1	L	0	300	170	100	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0							
2	L	0	300	170	100	∞	350	∞	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0		3					
3	L	0	300	170	100	∞	350	430	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0		3	2				
4	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	∞	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2				
5	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	420	∞	∞
	Q		0	0	0	1	3	2		5		
6	L	0	300	170	100	450	350	430	∞	420	1120	∞
	Q		0	0	0	1	3	2		5	8	
7	L	0	300	170	100	450	350	430	780	420	1120	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	
8	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	∞
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	
9	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	1220
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	7
10	L	0	300	170	100	450	350	430	620	420	1120	1220
	Q		0	0	0	1	3	2	4	5	8	7

Формирование зон ответственности подразделений (рисунок 12).

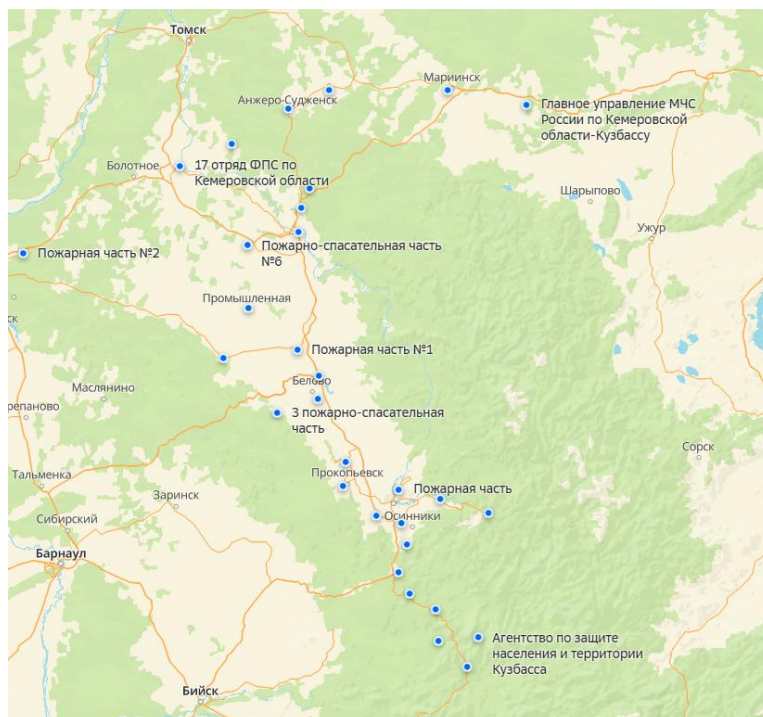


Рисунок 12 – Формирование зон ответственности подразделений

«Также, если в зоне выезда находится достаточное количество таких ОЗ, то встает вопрос о перевооружении подразделения или перераспределения зоны ответственности в соответствии с нормативным временем доставки сил и средств.

Таким образом, модель на вход получает следующую информацию: место происшествия (расстояние до всех ПСЧ), характеристики ОЗ (этажность, тип постройки, назначение и т.д.), имеющиеся силы и средства всех ПСЧ, наличие вызовов в текущий момент времени, их характер и местоположение. По полученным данным двухуровневая модель предоставляет оператору широкий спектр необходимой информации. Первый уровень производит базовые расчёты различных направлений, а на втором уровне происходит обобщение, моделирование и вывод результатов (рисунок 13).

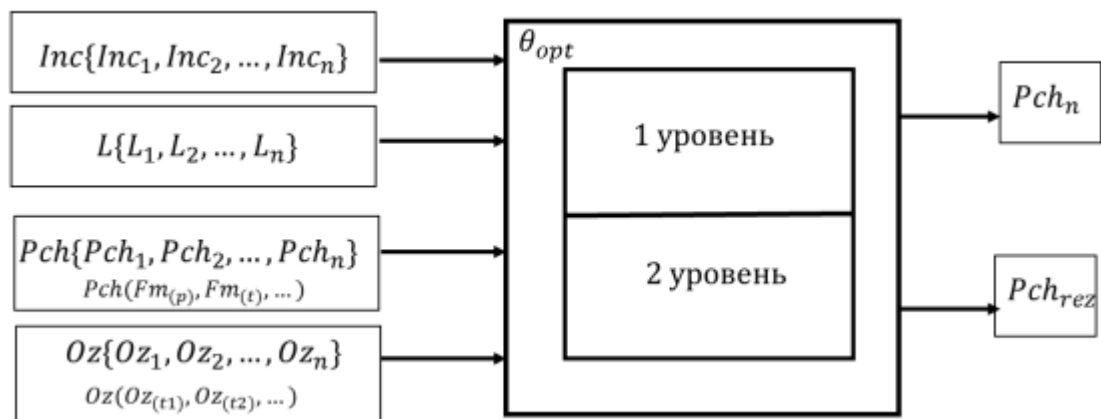


Рисунок 13 – Модель доставки сил и средств ПСЧ

На рисунке 13 $Inc\{Inc_1, Inc_2, \dots, Inc_n\}$ – множество происшествий в анализируемом территориальном образовании в настоящий момент времени; $L\{L_1, L_2, \dots, L_n\}$ – множество расстояний (оптимизированных с учетом дорожно-транспортной ситуации на настоящий момент времени) до места происшествий; $Pch\{Pch_1, Pch_2, \dots, Pch_n\}$ – множеств ПСЧ в анализируемом территориальном образовании; $Pch(Fm(p), Fm(t), \dots)$ – состав сил и средств, анализируемых ПСЧ, где $Fm(p)$ – количество личного состава, $Fm(t)$ – количество техники определённого вида; $Oz\{Oz_1, Oz_2, \dots, Oz_n\}$ – множество ОЗ на территории анализируемого территориального образования; $Oz(Oz(t_1), Oz(t_2), \dots)$ – список типов и характеристик ОЗ.

Гипотетически данная модель можно реализовать в форме программного приложения для ГИС в виде отдельного окна, где будет возможен анализ прикрытия территории выбранного ЛПР подразделения в соответствии с нормативным временем прибытия, дорожной обстановкой, возможностями технического снаряжения подразделения. Интерфейс приложения будет иметь вид отдельного окна, открывающегося в новой вкладке, где зелеными сегментами будут выделены зоны, в которых ПСЧ сможет беспрепятственно выполнить боевую задачу, красным – сил и средств недостаточно. При переключении между анализируемыми ПСЧ можно будет

увидеть, есть ли возможность без нарушений нормативов прибытия к месту вызова выехать на происшествия в соседний район для ликвидации происшествий при невозможности выезда ответственного подразделения; – анализ возможности выезда выбранного ЛПР подразделения (определенная часть сил и средств которого уже находится на другом выезде) в случае возникновения ещё одного или нескольких происшествий в зоне выезда этого подразделения.

Интерфейс данной функции будет представлен отдельной вкладкой, где демонстрируются оставшиеся силы и средства, не задействованные на вызове. Также одновременно с этим динамически будет меняться карта, демонстрируя на какие территории смогут выехать оставшиеся силы и средства с учетом их технических и людских ресурсов; информация о задействованных ПСЧ (в пределах анализируемого территориального образования) на вызовах и их имеющиеся занятые и свободные ресурсы в режиме реального времени. Интерфейс данной функции будет представлен отдельной вкладкой, где демонстрируются оставшиеся силы и средства по всем ПСЧ, что позволит при получении других вызовов планировать распределение ресурсов» [11].

3.2 Оценка эффективности предложенных рекомендаций

Как уже упоминалось ранее, Прокопьевский муниципальный округ – административно-территориальная единица Кемеровской области площадью в 3480 квадратных километров (348237 га) [42]. В Прокопьевском муниципальном округе располагается 78 населенных пунктов, в которых проживает 43450 человек [1]. Для получения оперативной информации о возгорании объектов требуются аппаратно-программные средства. Предлагается мероприятие по закупке и использованию десяти дронов в гарнизоне.

МЧС России в последние годы активно внедряет информационные системы, которые могут анализировать поступающую информацию и вести статистику [26]. В небольших населённых пунктах или за их пределами (лесах) нет иного способа узнать о возгорании, как постоянный мониторинг местности.

Для мониторинга в настоящее время используют дроны, также «пожарный квадрокоптер помогает спасать жизни, минимизирует риски для сотрудников экстренных служб и общие расходы на проведение поисково-спасательных и противопожарных мероприятий» [8].

Дроны с тепловизионными камерами могут обнаруживать тепловые сигнатуры и предоставлять ценную информацию о местоположении горячих точек и потенциально запертых людей. Снимая тепловые изображения, дроны помогают определять области с сильной жарой и направляют спасательные команды для эффективного определения приоритетов своих усилий. Эта технология особенно полезна в ситуациях, когда видимость ограничена из-за дыма или темноты, позволяя поисково-спасательным группам более эффективно находить и спасать людей [46].

Тепловые беспилотники повышают общую эффективность и безопасность пожаротушения и поисково-спасательных операций. Воздушные пожарные дроны также играют важную роль в обеспечении связи и координации между различными командами и агентствами, участвующими в операциях по тушению пожаров. В отдаленных или пострадавших от стихийных бедствий местах, где инфраструктура связи может быть повреждена или отсутствовать, дроны, оснащенные устройствами связи, могут выступать в качестве ретрансляционных пунктов.

Они создают сеть, которая позволяет пожарным и другим спасателям общаться друг с другом и с центром управления инцидентом [48]. Эта возможность связи обеспечивает плавный поток информации, улучшает координацию и повышает общую эффективность усилий по тушению

пожаров. Для выбора необходимого беспилотника сравним дальности полетов популярных моделей квадрокоптеров (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнение дальности полетов популярных моделей квадрокоптеров

Модель дрона	Емкость батареи (mAh)	Время полета (мин)	Дальность полета (км)	Разрешение камеры	Особенности
DJI Mavic Air 2	3500	34	10	48 МП	OcuSync 2.0, ActiveTrack 3.0, SmartPhoto
Autel Robotics EVO II	7100	40	9	8К	Dynamic Track 2.0, Hyperlapse, 4K HDR-видео
Parrot Anafi	2700	25	4	21 МП	180-градусный угол наклона, цифровой зум
DJI Phantom 4 Pro	5870	30	7	20 МП	1-дюймовый сенсор, механический затвор
DJI Inspire 2	4280	27	7	зависит от камеры	сменные камеры, двойная система управления
Yuneec Typhoon H Pro	5400	25	1.6	12 МП	360-градусная камера, шестиосевой дизайн
Skydio 2	4280	23	3.5	12 МП	автономный полет, передовая система избегания препятствий

Квадрокоптер DJI Mavic 3 Thermal с тепловизором (таблица 5). «Самый простой в освоении, надежный и доступный квадрокоптер для пожарных, способный летать на расстояние до 32 км и находиться в воздухе до 45 минут» [8]. Каналы передачи 2.4 ГГц.

Протокол Wi-Fi: 802.11 a/b/g/n/ac/ax Support 2×2 MIMO Wi-Fi. С точки зрения мониторинга пространства на пожаре или поиска пропавших операторы используют разработанные системы и приемы в зависимости от конкретных условий [8].

Первоочередными задачами воздушной разведки с применением БПЛА являются: установление масштаба происшествия (или границ поискового квадрата), последующее выявление зон повышенной опасности и наличия препятствий, а также определение безопасных маршрутов как для

продвижения пеших спасательных групп, так и для эвакуации пострадавших из опасных зон.

Таблица 5 – Характеристики DJI Mavic 3 Thermal

Основные параметры:	
Исполнение	квадрокоптер с тепловизором
Управление	пульт
Навигация	GPS+Galileo+BeiDou+GLONASS (GLONASS поддерживается только при подключенном модуле RTK)
Каналы управления	2.400-2.4835 ГГц
Точность зависания	по вертикали: ± 0.1 м (с визуальной системой) Время зависания до 38 мин
Точность позиционирования RTK Fix: по горизонтали: 1 см + 1 мм/к	
Объектив	DFOV: 61°, ЭФР: 40 мм, Диафрагма: f/1.0, фокусное расстояние: от 5 м, стабилизация: 3-осевая (наклон, вращение, панорамирование)
Матрица	1/2-дюймовая CMOS, эффективные пиксели: 12 Мп; тепловизор: неохлаждаемый, VOx- микроболометр, 50 mk@F1.1 12 μ m, диапазон измерения температуры: от -20° до 150°C (режим High Gain) от 0° до 500°C (режим Low Gain)

Результат внедрения беспилотников представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Результат внедрения беспилотников

Показатель	До внедрения	После внедрения
Время обнаружения очага пожара	2-3 часа	15-20 минут
Точность определения местоположения очага	± 500 м	± 50 м
Площадь обследуемой территории за час	1-2 га	10-15 га
Количество задействованных сотрудников	5-7 человек	2-3 человека
Время локализации пожара	4-6 часов	2-3 часа
Общая площадь сгоревшей территории	10-20 га	5-10 га
Количество поврежденных строений	2-3	0-1
Риск для жизни и здоровья пожарных	высокий	средний
Затраты на тушение пожара	200 000 - 300 000 руб.	150 000 - 200 000 руб.

В случае пожара основной целью использования дронов является сбор ситуационной осведомленности, которая может быть использована для направления усилий пожарных по обнаружению и контролю очагов возгорания. Как и городские пожары, лесные пожары требуют мониторинга, чтобы пожарные знали, с чем они имеют дело.

«Требования по обеспечению безопасности работы БПЛА в воздушном пространстве:

- а) при подготовке к выполнению полетов производится согласование использования воздушного пространства с ЕС ОрВД;

б) составляется «Инструкция по организации и выполнению полетов», в которой определяются основные положения в целях:

- 1) организации выполнения полетов;
- 2) управления полетами;
- 3) выполнения полетов;
- 4) обеспечения полетов;
- 5) меры безопасности при выполнении полетов;
- 6) действия в особых случаях при непреднамеренном попадании в опасные явления погоды при возникновении особых случаев в полёте, а также при получении сигналов «Ковёр», «Режим».

в) производить запуск, взлет БПЛА без установления связи с ЕС ОрВД запрещается;

г) о всех изменениях в режиме полета БПЛА производится доклад в ЕС ОрВД;

д) после приземления производится доклад в РЦ ЕС ОрВД о времени посадки и сообщается дальнейший план работы.

е) при потере связи с БПЛА производится немедленный доклад в РЦ ЕС ОрВД; в докладе сообщается время и место потери связи, высота полета БПЛА, предполагаемые оставшееся время полета и курс следования, район приземления (падения) БПЛА.

Выбор оптимальных характеристик маршрута и профиля полета. Маршрут полета следует планировать так, чтобы обеспечивался осмотр всей рабочей зоны. Рекомендации по построению маршрута полета:

- в качестве поворотных точек рекомендуется применять характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения и т. д.);
- первая поворотная точка маршрута (исходный пункт маршрута (ИПМ)) устанавливается рядом с точкой старта;
- глубина рабочей зоны должна быть в пределах устойчивого приема видеосигнала и телеметрической информации с борта БПЛА.

(Глубина рабочей зоны - расстояние от места нахождения антенны НСУ до максимально удаленной поворотной точки. Рабочая зона - территория, в пределах которой БПЛА выполняет заданную программу полета);

- линия пути, по возможности, не должна проходить возле линий электропередач (ЛЭП) большой мощности и других объектов с большим уровнем электромагнитных излучений (радиолокационные станции, приемо-передающие антенны и прочее);
- расчетное время продолжительности полета не должно превышать $\frac{2}{3}$ максимальной продолжительности, заявленной изготовителем;
- на выполнение взлета-посадки необходимо предусмотреть не менее 10 минут летного времени» [15].

Энергосберегающий полёт (рисунок 14).

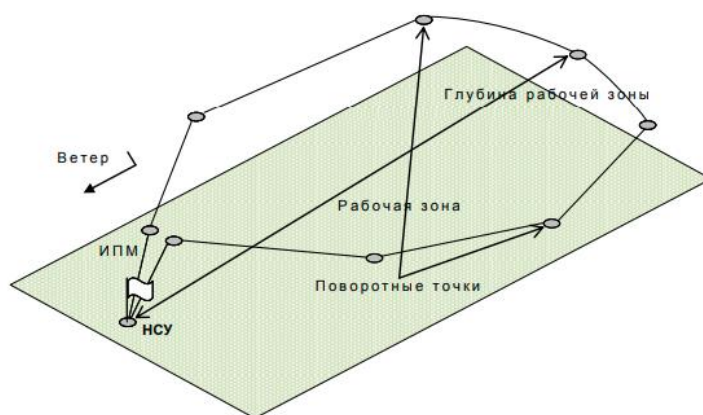


Рисунок 14 – Энергосберегающий полёт БПЛА

«Маршрут полета должен обеспечивать осмотр всей рабочей зоны. Для рационального использования энергоресурсов БПЛА маршрут полета целесообразно прокладывать с таким расчетом, чтобы первая половина полета БПЛА происходила против ветра.

Для детального осмотра отдельных участков местности в пределах рабочей зоны применяются прямолинейные взаимно параллельные маршруты (рисунок 15).

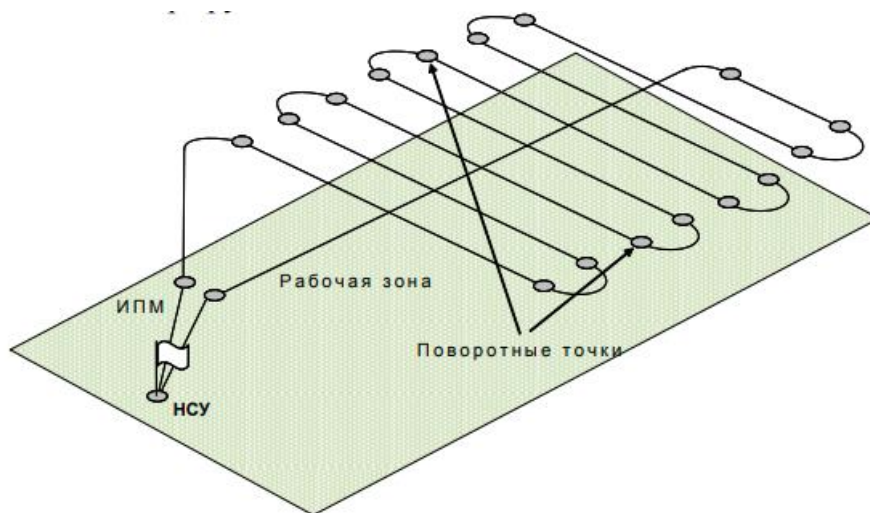


Рисунок 15 – Детальный осмотр отдельных участков БПЛА

Параллельный маршрут рекомендуется использовать при аэрофотосъемке участков местности. При подготовке маршрута оператор должен учитывать максимальную ширину поля зрения фотокамеры БПЛА на заданной высоте его полета. Маршрут прокладывается так, чтобы края поля зрения камеры перекрывали соседние поля примерно на 15% - 20%.

Приведём пример расчёта. Заданная высота полета БПЛА $h = 200$ м. Угол зрения фотокамеры $\alpha = 20^\circ$. Ширина поля зрения камеры на этой высоте $b \approx 70$ м ($b = 200 / \text{ctg } \alpha \times 2$). Ширина зоны перекрытия изображения соседнего поля в 15 % будет равна: $d = b / 100 \times 15\% = 10,5$ метров. Соответственно, в данном примере ширина зоны перекрытия должна составлять примерно 10 метров.

Рассчитав расстояние между соседними краями поля зрения камеры на параллельном проходе, с учетом 15 % перекрытия, оператор, для разворота БПЛА до необходимого радиуса и выхода БПЛА на прямую, к следующей

поворотной точке, ставит дополнительную поворотную точку, равную в масштабе карты X метров.

Расчётная схема (рисунок 16) и маршрут БПЛА (рисунок 17).

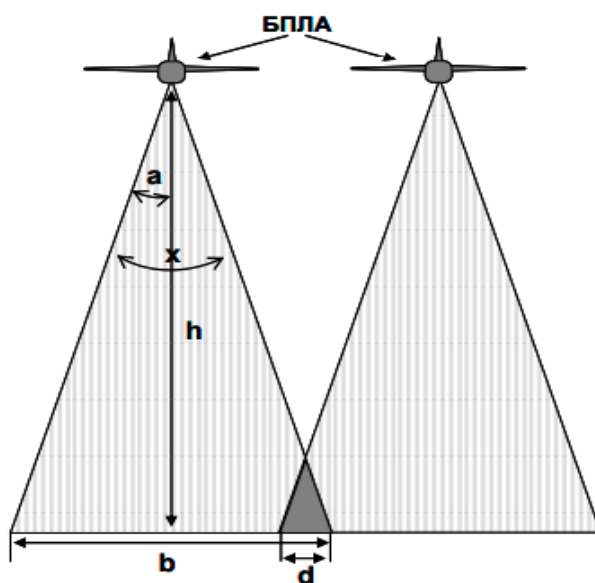


Рисунок 16 – Расчётная схема

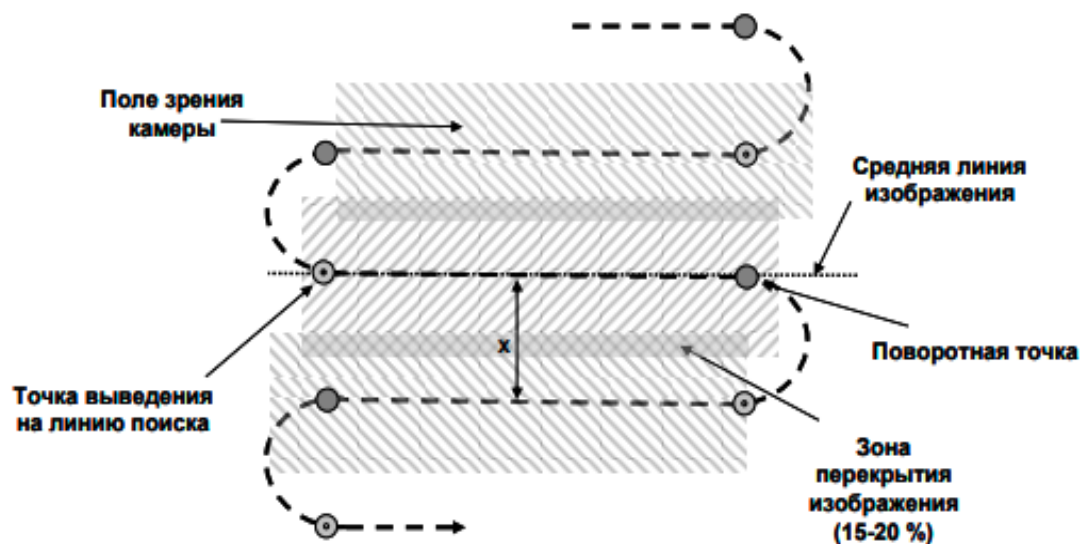


Рисунок 17 – Маршрут БПЛА

Аэрофотосъемку участков местности целесообразно проводить в утреннее и вечернее время суток, при отсутствии восходящих и нисходящих потоков воздуха, влияющих на горизонтальный полет БПЛА. Облет заданного объекта (рисунок 18).

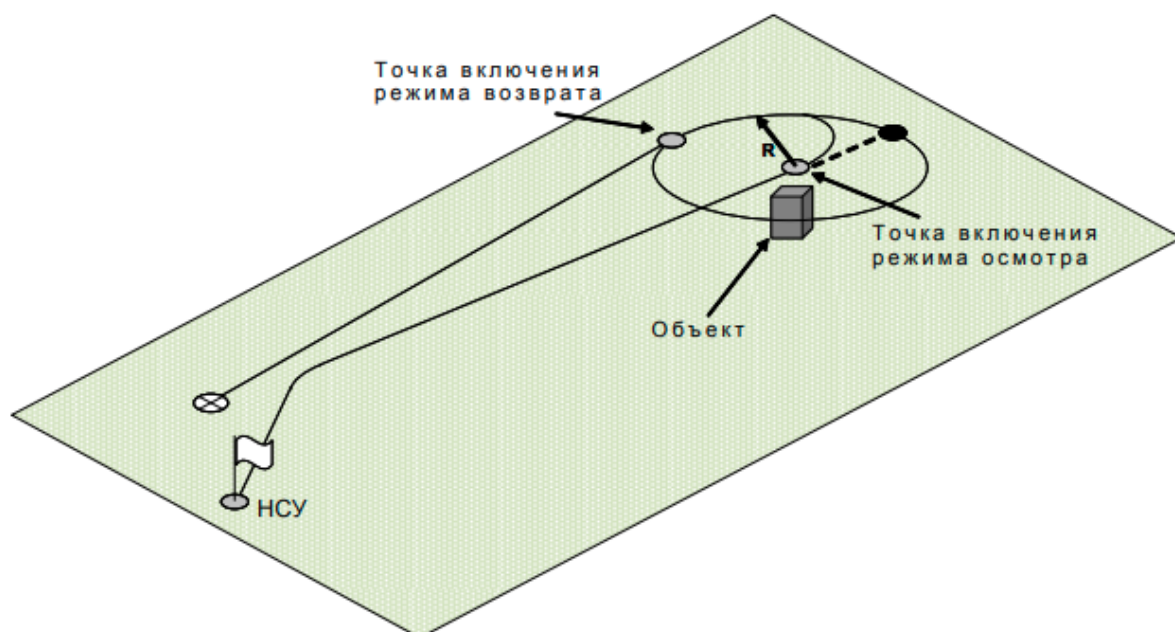


Рисунок 18 – Облет заданного объекта

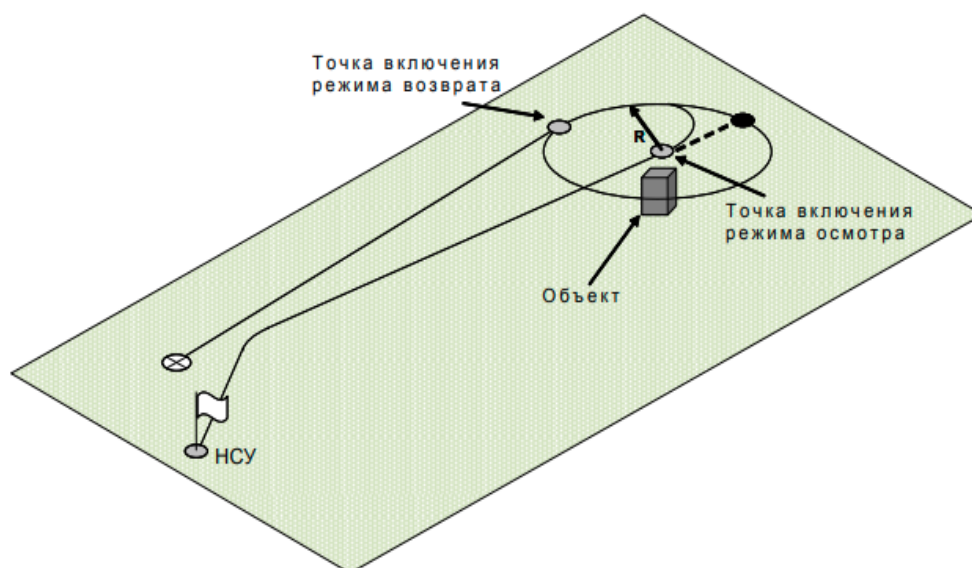


Рисунок 19 – Облет линейного объекта

Может использоваться для контроля линейных объектов (рисунок 19) в условиях, обеспечивающих их однозначное положение или направление движения, например, ледовой обстановки на реках, состояния трубопроводов, разведки дорог при сопровождении колонн наземных команд пожаротушения.

При реализации такого метода весь маршрут полета БПЛА (от начальной точки А до конечной точки Б) разбивается на отдельные участки, границами которых являются точки координат в местах поворотов линейного объекта. Исходя из поставленной задачи, в конечной точке маршрута Б, БПЛА направляется на обратный маршрут (при этом необходимо рассчитать маневр так, чтобы БПЛА после разворота вышел на точку Б) или в точку посадки» [49].

При проведении воздушной разведки на значительном удалении, особенно с использованием БПЛА большой продолжительности полета, возможно комбинирование различных описанных методов поиска объектов.

Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.

Составим план финансового обеспечения и смету для того, чтобы рассчитать экономическую эффективность мероприятий.

Таблица 7 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
закупка и внедрение беспилотных аппаратов	план мероприятий по улучшению условий труда на 2025г.	4393739	4 кв. 2025г.	Специалист отдела МТО

Инвестиции в беспилотные летательные аппараты для ликвидации последствий стихийных бедствий влекут за собой ряд расходов, как прямых, так и косвенных.

Таблица 8 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Квадрокоптер DJI Mavic 3 Thermal	Количество ,ед.	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	657800	5	3289000
Стоимость инфраструктуры (Зарядное устройство ToolkitRC M6D), руб.	7163	5	35815
Стоимость обучения персонала, руб.	30000	10	300000
Стоимость технического обслуживания и модернизация, руб DJI Terra - ПО	768924	1	768924
Итоговая стоимость оснащения, руб.	1463887	-	4393739

DJI Terra - ПО – картографическое программное обеспечение для съёмки, анализа и визуализации объектов с помощью квадрокоптеров DJI. На основе полученных данных специалист может оперативно составить безопасный и оптимальный маршрут полета для дрона.

Затем произведём расчёт оценки эффективности предлагаемых к реализации мероприятий. Экономический эффект проекта – это конечный результат, который возникает после реализации мероприятий в рамках проекта и приводит к улучшению деятельности организации.

Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежными расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{Y} - \mathcal{Z} \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_r = \Pi - \mathcal{Z}, \quad (5)$$

где $\mathcal{E}_r$ – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина годового ущерба, потерь организации (например, от производственного травматизма), руб.;

Π – величина полученного дохода (прибыли) от реализации мероприятия, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность – одна из характеристик качества проекта, которая отражает соотношение затрат и результатов внедрения с экономической точки зрения. То есть это характеристика, которая отвечает на вопрос, стоит реализовывать проект или нет, повлияет ли он позитивно на деятельность организации или нет.

$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{Z} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \frac{y}{z}, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}$ – экономическая эффективность мероприятия.

Показатели, используемые для расчетов, целесообразно оформлять в виде таблицы с исходными данными (таблица 9).

Таблица 9 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Усл. обозн.	Ед. измер.	Данные	
			базовый вариант	проектный вариант
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	21	15
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	9	1
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	247	10
Ставка рабочего	Т _{чс}	руб/час	255	300
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%	2,5	4
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт.	3	3
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		95,2	-
Единовременные затраты	Зед	руб.	-	4393739

Показатель частоты несчастных случаев кч: $кч = Н * 1000 / Р$, где Н – число несчастных случаев за рассматриваемый период с потерей трудоспособности на один день и более; Р – среднесписочное число работающих за этот же период.

Чистый экономический эффект (чистый доход) представляет собой (другие названия - ЧД, Net Value, NV) сальдо денежного потока за расчетный период, т.е. превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами трудовых, материальных, финансовых и пр. ресурсов за расчётный период и рассчитывается по формуле:

$$ЧЭЭ = \sum \Delta_t - Z_b \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_t$ – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД (другие названия - ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV), это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_t$ – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$ – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

A_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал (от начала осуществления мероприятия), за пределами которого ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (9)$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

ЧДД_T – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

$ЧДД_{t+1}$ – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капвложений, рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1 + E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1 + E)^{t-1}}. \quad (10)$$

Если ИД <1, то программа мероприятий в пределах горизонта планирования не окупается, и соответственно, проект отвергается.

Результаты расчёта ЧЭЭ, ЧДД и срока окупаемости мероприятия представлены в таблице 11.

Таблица 10 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	4393739				
Ежегодные затраты	500	500	500	500	500
Амортизация	-	-	-	-	-
Эффект	1000	1200	1300	1400	1500
ЧЭЭ	500	700	800	900	1000
Коэффициент дисконтирования	454,545	578,512	601,052	608,290	620,921
ЧДД с нарастающим итогом	454,545	1033,057	1634,109	2242,399	2863,320
Ток	-	-	-	-	-
Дисконтированные капитальные вложения	4393739				
Дисконтированный доход	1000	1200	1300	1400	1500
Индекс доходности	1,39				

Амортизации на дроны до 30 кг нет (налог не платится).

На основании расчётов можно сделать вывод, что в течение пяти лет проект демонстрирует положительный чистый дисконтированный доход,

увеличивающийся каждый год. Это свидетельствует о положительной экономической эффективности проекта.

На пятом году будет достигнуто максимальное значение ЧДД 2863,32 тыс. д. е. Индекс доходности равен 1,39, что значительно превышает единицу. Значит, доходы от проекта с каждым годом растут и превышают расходы.

Вывод по разделу 3

В конце третьей главы можно сделать вывод, что способы повышения эффективности управления при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ можно использовать различные. Но для эффективности работы спасателей и процесса пожаротушения, а также для мониторинга объектов и местности следует постоянно идти в ногу со временем, т.е. использовать новые технологии и методы.

Нами предложено внедрение беспилотных технологий, которые будут управляться модулем уже существующей информационной системы гарнизона. При использовании новой технологии будет меньше время обнаружения очага пожара, повысится точность определения местоположения очага, увеличится площадь обследуемой территории за час. Также количество задействованных сотрудников уменьшится в 2 раза. Уменьшатся риски для сотрудников и затраты на тушение пожара.

Заключение

В результате исследования в работе была достигнута её цель, повышение эффективности применения сил и средств гарнизона при тушении пожаров и проведении АСР за счет оптимизации состава и структуры.

При этом были решены все поставленные задачи.

Были подобраны материалы, включающие научные труды и нормативно-правовую документацию, был проанализирован отечественный и зарубежный опыт организации управления силами и средствами пожарно-спасательных гарнизонов при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Нами изучены нормативно-правовые документы, которыми регламентирована деятельность подразделений пожарной охраны.

Анализ организационно-технических условий выявил, что лишь около 23% личного состава вида 'I' (командиры отделений, водители, ствольщики и др.) находится в полной или частичной боевой готовности. Данное обстоятельство говорит нам о том, что есть существенные проблемы с укомплектованностью или готовностью персонала к немедленному выезду на тушение пожаров. Надо проанализировать причины не высокого коэффициента: нехватка личного состава, болезни, отпуска, недостаточная подготовка и т.д.

Лишь 40% техники (автоцистерны, автолестницы и др.) на данный момент полностью или частично исправны. Требуется проанализировать техническое состояния техники, определить причины неисправностей и разработать план мероприятий по повышению уровня технической готовности.

В целом, полученные коэффициенты свидетельствуют о необходимости принятия неотложных мер по повышению боеготовности Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона.

Меры заключаются в следующем:

- провести набор и подготовку новых специалистов;
- организовать дополнительные тренировки и курсы повышения квалификации для персонала;
- провести ремонт и техническое обслуживание неисправной техники, обеспечить своевременное проведение профилактических работ;
- провести детальный анализ причин низкого коэффициента боеготовности как персонала, так и техники, чтобы выявить узкие места и разработать эффективные решения;
- рассмотреть вопрос о замене устаревшей техники на более современную и надежную.

Анализ социально-экономических условий гарнизона пожарной охраны, можно сделать вывод что вопрос защиты населения и территории Прокопьевского пожарно-спасательного гарнизона от пожаров в настоящее время является актуальным. Отсутствие пожарной безопасности приводит к страшным последствиям. Пожары уносят жизни тысяч людей, а материальный ущерб оценивается миллионами рублей. Полученные результаты исследований дают представление о степени пожарной опасности на территории Прокопьевского ПСГ.

Для повышения мобильности и оперативности подразделений требуется оснащение их современной техникой, робототехническими средствами, беспилотными авиационными системами, средствами мониторинга, связи, экипировкой, снаряжением, медицинским оборудованием.

Мы сочли необходимым предложить закупить и внедрить дроны для процесса мониторинга территории зоны ответственности. Дроны с тепловизионными камерами могут обнаруживать тепловые сигнатуры и предоставлять ценную информацию о местоположении горячих точек и потенциально запертых людей. Выбран квадрокоптер DJI Mavic 3 Thermal с тепловизором. Самый простой в освоении, надежный и доступный квадрокоптер для пожарных, способный летать на расстояние до 32 км и

находиться в воздухе до 45 минут. При использовании новой технологии будет меньше время обнаружения очага пожара, повысится точность определения местоположения очага, увеличится площадь обследуемой территории за час. Так же количество задействованных сотрудников уменьшится в 2 раза. Уменьшатся риски для сотрудников и затраты на тушение пожара.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Анализ по пожарам отдела НДПР г. Прокопьевска, г. Киселевска и Прокопьевского района УНДПР Главного управления МЧС России по Кемеровской области - Кузбассу. Статистические сборники. Прокопьевск: ГУ МЧС России по Кемеровской области, 2020–2024 гг.

2. Баканов М. О., Суровегин А.В., Катин Д.С. Влияние количества личного состава дежурного караула подразделений пожарной охраны на эффективность тушения пожаров // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. С. 3-7. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54112095&pff=1&ysclid=mcac2zsko9258013719> (дата обращения 19.05.2025).

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах. Общие требования. [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.8.05-2022: Введ. 01.11.2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200183707?ysclid=mchjg5ans610846760>, (дата обращения: 24.03.2025).

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательный инструмент и оборудование. Общие технические требования. [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.9.01-95: Введ. 01.01.1996. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007056?ysclid=mcag0s8fdj780750681>, (дата обращения: 24.06.2025).

5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства аварийно-спасательные. Классификация. [Электронный ресурс]: ГОСТ 22.9.22-2023: Введ. 01.05.2024. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304365932?ysclid=mcag7vuyfz448304167>, (дата обращения: 24.06.2025).

6. Белецкий И.П. Оценка эффективности управления пожарно-спасательным гарнизоном: сб. науч. тр. / Материалы шестого научного семинара. Москва, 2020. (Академия ГПС МЧС России). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48336196> (дата обращения 19.05.2025).

7. Белов В.А. Проектирование гарнизонов пожарной охраны на основе технологий имитационного моделирования. М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 24 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19237899>, (дата обращения 19.05.2025).

8. БПЛА для пожарных и спасателей [Электронный ресурс]. URL: <https://brlab.ru/scopes/bpla-dlya-pozharnykh-i-spasateley/>, (дата обращения 25.02.2025).

9. Власов К.С., Порошин А.А. Организация управления силами и средствами пожарно-спасательных гарнизонов в условиях возникновения крупных пожаров // Журнал Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. №3. С. 28-33. (Сибирская пожарно-спасательная академия). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49550075> (дата обращения 19.05.2025).

10. Вострых А.В., Шуракова Д.Г. Компоненты специальной информационной технологии построения оптимальных маршрутов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2018): сб. науч. статей VII Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. 2018. Т. 2. С. 213–218. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35428286&ysclid=mcac8wbthc806621970>, (дата обращения 19.05.2025).

11. Вострых А.В., Бородушко И.В., Терёхин С.Н. Моделирование доставки сил и средств подразделений МЧС России с целью повышения

пожарной безопасности территориальных образований // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2022. С. 125–133. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49058746>, (дата обращения 19.05.2025).

12. Ерицов А.М., Секерин И.М., Залесов С.В. Совершенствование беспилотных летательных аппаратов для обнаружения и мониторинга лесных пожаров // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. №5 (143). URL: <https://research-journal.org/archive/5-143-2024-may/10.60797/IRJ.2024.143.15> (дата обращения: 01.03.2025).

13. Ибрагимов А.В. Автоматизированная система управления пожарной охраной как инструмент управления местным пожарно-спасательным гарнизоном // Журнал Мировая наука. 2020. №1. С.218-221. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42560711&ysclid=mcacfdmju416935972>, (дата обращения 19.05.2025).

14. Илявин М.В., Денисов А.Н. К проблеме определения оптимальных значений количества сил и средств пожарно-спасательного гарнизона: сб.науч.тр. / Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2020. В 2 частях. Том часть 2. С. 36-40. (Академия ГПС МЧС России). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49888203>, (дата обращения 19.05.2025).

15. Коносевиц В.В., Азметов Р.Р., Коршунов Н.А., Перминов А.В. Разработка научно-методических подходов и технологии использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве // Отчет о научно-исследовательской работе (Государственный контракт № Р-7К-10/12 от 05.10.2010. Лот № 12). Пушкино: ФГУ «Авиалесоохрана», 2010. 105 с. URL: https://aviales.ru/files/documents/2011/08/ot_niokr.pdf, (дата обращения 22.02.2025).

16. Кривотулов Р.В., Кузовлев А.В. Управление силами и средствами местного пожарно-спасательного гарнизона // Журнал Пожарная безопасность. 2016. №1. С. 321-322. (Воронежский институт ГПС МЧС

России). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27692134> (дата обращения 19.05.2025).

17. Крупкин А.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. К вопросу оценки эффективности системы поддержки принятия решений по управлению силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона: сб.науч.тр. / Материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 146-150. (Сибирская пожарно-спасательная академия). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37282973> (дата обращения 19.05.2025).

18. Кусаинов А.Б. Модель и алгоритм определения сил и средств гарнизона пожарно-спасательной службы города. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 170 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54411974>, (дата обращения 05.06.2024).

19. Матюшин А.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Матюшин Ю.А., Терехов А.В. Современные геоинформационные технологии в проектировании гарнизонов пожарной охраны // Журнал Пожарная безопасность. 2012. №3. С. 107-119. (ВНИИПО МЧС РФ). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18174345> (дата обращения 19.05.2025).

20. Матюшин А.В., Порошин А.А., Матюшин Ю.А. Зарубежный опыт обоснования мест дислокации оперативных подразделений пожарной охраны // Журнал Пожарная безопасность. 2005. №2. С. 74-82. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12865951> (дата обращения 19.05.2025).

21. Матюшин Ю.А. Методологические основы проектирования гарнизонов пожарной охраны городских и сельских поселений. М.: ВНИИПО МВД России, 2009. 24 с. URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01003470517?page=1&rotate=0&theme=white>, (дата обращения 05.06.2024).

22. Маштаков В.А., Шавырина Т.А., Бобринев Е.В. Зависимость показателей последствий пожаров от расстояния до места // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 1(42). С. 68-74. URL:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=48214869&ysclid=mcacax6bot463922625>, (дата обращения 19.05.2025).

23. Молодоженцев П.В. Безопасность населения на территории местного пожарно-спасательного гарнизона // Журнал Молодой учёный. 2017. № 9. С. 467-472. (ООО «Издательство Молодой ученый»). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28783530> (дата обращения 19.05.2025).

24. Молодоженцев П.В. Совершенствование управления местным пожарно-спасательным гарнизоном на примере закрытого административно-территориального образования // Журнал Молодой учёный. 2017. № 7. С. 602-606. (ООО «Издательство Молодой ученый»). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28395834>, (дата обращения 19.05.2025).

25. Нго Куанг Тоан. Методика и алгоритмы системы поддержки управления ресурсами оперативных подразделений пожарной охраны крупных городов Вьетнама. М: академия ГПС МЧС России, 2016. 22 с. URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01006652445?page=1&rotate=0&theme=white>, (дата обращения 05.06.2024).

26. Николаев Д.В., Скуртул И.В., Вострых А.В. Экономические обоснования перехода на новые подходы в проектировании интерфейсов программных продуктов МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 1. С. 85–89. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42695907&ysclid=mcabthlna4599673174>, (дата обращения 13.04.2025).

27. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.08.1995 № 151 (ред. от 14.07.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/, (дата обращения 13.06.2025).

28. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 16.09.2024 № 777. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/542610435?ysclid=mb6moo20hm706361494>, (дата обращения 05.06.2024).

29. Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 26.12.2018 № 633. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs-rossii-ot-26122018-n-633-ob-utverzhdanii/>, (дата обращения 05.06.2024).

30. Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 (ред. от 28.02.2020). URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-25102017-n-467/>, (дата обращения 05.06.2024).

31. Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 27.06.2022 № 640. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404877659/>, (дата обращения 05.06.2024).

32. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mintruda-rossii-ot-11122020-n-881n/>, (дата обращения 05.06.2024).

33. Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-01102020-n-737/>, (дата обращения 05.06.2024).

34. Об утверждении устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 20.10.2017 № 452 (ред. от

28.02.2020). URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs-rossii-ot-20102017-n-452-ob-utverzhenii/>, (дата обращения 05.06.2024).

35. О добровольной пожарной охране [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 06.05.2011 № 100 (ред. от 04.08.2023). URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-06052011-n-100-fz-o/>, (дата обращения 13.06.2024).

36. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 19.10.2023). URL: <https://legalacts.ru/doc/FZ-o-pozharnoj-bezopasnosti/>, (дата обращения 05.06.2024).

37. Пат. 2644755 Российская Федерация. Способ Кочетова борьбы с пожарами на верхних этажах высотных зданий и сооружений / Кочетов О.С.; заявл. 04.03.2016; опубл. 07.09.2017. URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=4119c93cec13c150148c34a47267ecес>, (дата обращения 24.06.2025).

38. Пат. 2766035 Российская Федерация. Высокоэффективный способ применения беспилотных летательных аппаратов для пожаротушения / Лука В.; заявл. 24.10.2019; опубл. 07.02.2022. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet, (дата обращения 24.06.2025).

39. Пат. 2814718 Российская Федерация. Беспилотная летательная платформа вертолетного типа с пневмомеханическим устройством для тушения пожаров / Магомедов Р.А., Макарова Е.В., Котова Е.А.; заявл. 14.06.2023; опубл. 04.03.2024. URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=fdd1bc0728c270a6d1e07112a31b3421>, (дата обращения 24.06.2025).

40. Пат. 2821611 Российская Федерация. Пожарная машина / Тянь Чжицзянь, Сюй Сяодун, Чжан Цзяньхуа, Чжао Янгуан, Ли Вэйдун; заявл. 28.04.2021; опубл. 25.06.2024. URL: <https://new.fips.ru/registers-doc->

view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2821611&TypeFile=html, (дата обращения 24.06.2025).

41. Порошин А.А. Методология проектирования гарнизонов пожарной охраны. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. 48 с. URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01003488262?page=1&rotate=0&theme=white>, (дата обращения 05.06.2024).

42. Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 28.12.2012 № 620 «О территориальной подсистеме единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Кемеровской области – Кузбасса» и в целях обеспечения эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории Кемеровской области – Кузбасса». [Электронный ресурс] URL: <https://42.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/4-organizaciya-meropriyatij-radiacionnoy-himicheskoy-i-biologicheskoy-zashchity-naseleniya-i-territoriy/4-1-zakonodatelstvo/4-1-6-postanovleniya-i-rasporyazheniya-subekta-rf/postanovlenie-kollegii-administracii-keмеровskoy-oblasti-ot-28-12-2012-620>, (дата обращения 22.02.2025).

43. Семиков В.Л., Нгуен Ба Туан. Развитие системы управления обеспечением деятельности гарнизонов пожарной службы Вьетнама // Журнал Технологии техносферной безопасности. 2016. №6. С. 20-24. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29388730&ysclid=mcafqmpg6g519680181>, (дата обращения 22.02.2025).

44. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения. [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.2.047-86: Введ. 01.07.1987. Переиздание октябрь 2001. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007105?ysclid=mcagaxgx1m852052211>, (дата обращения: 24.06.2025).

45. Степанов О.И., Денисов А.Н., Степанова Я.В., Осипенко С.И. Применение систем информационно-аналитической поддержки управленческих решений при пожаротушении // Актуальные проблемы и

инновации в обеспечении безопасности: материалы Дней науки (6-9 декабря 2016 г.) в 2-х частях. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. С. 49-50. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27692117&ysclid=mcafrzti6o632645506>, (дата обращения 22.02.2025).

46. Сферы применения дронов, квадрокоптеров, БПЛА. [Электронный ресурс] URL: <https://brlab.ru/scopes/avtonomnaya-logistika/>, (дата обращения 01.03.2025).

47. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 25.12.2023). URL: <https://legalacts.ru/doc/FZ-Teh-reglament-o-trebovanijah-pozharnoj-bezopasnosti/>, (дата обращения 05.06.2024).

48. Турсынбаев С.М., Радкевич В.Г. Использование возможностей геоинформационных систем для поддержки принятия решений командным составом // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения: тезисы докладов V Респуб. науч.-практ. конф. / отв. ред. О.В. Сивец; под общ. ред. О.В. Руденкова. Минск: Белорусский гос. ун-т, 2018. С. 11–12. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/202748?ysclid=mcafv12v47397684077>, (дата обращения 05.06.2024).

49. ФГУ «Авиалесоохрана». Методика применения БПЛА для информационного обеспечения наземных команд при тушении лесных пожаров: проект / ФГУ «Авиалесоохрана». — Пушкино, 2010. — 25 с. URL: https://aviales.ru/files/documents/2011/08/bla_inf_2010.pdf, (дата обращения 12.01.2025).

50. Шевцов М.В., Шевцов Б.А., Бахарев Д.В. О деятельности пожарно-спасательных гарнизонов в процессе взаимодействия различных видов пожарной охраны // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы IX международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 19–20 марта 2024 года. Москва: Академия Государственной

противопожарной службы, 2024. С. 250-253. URL: <https://elibrary.ru/advahh?ysclid=mcabx4he9u324766647>, (дата обращения 13.04.2025).

51. Ширинкин П.В., Трояк А.Ю., Куртов С.О., Малютин О.С., Сержинмаа А.А. Пожарная тактика. Курсовое проектирование [Текст]: учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей образовательных организаций высшего образования МЧС России. ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. 120 с. URL: https://sibpsa.ru/books/21_pt_up.pdf?ysclid=mcacnv4qf508092942, (дата обращения 05.06.2024).