

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 / специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Повышение эффективности пожаротушения и спасения людей  
при пожаре

Обучающийся

Горлов О.А.

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

к.т.н., доцент А.Б. Стешенко

руководитель

(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 2024

## Содержание

|                                                                                                            |                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Введение.....                                                                                              | 3                                      |
| Термины и определения .....                                                                                | 8                                      |
| Перечень сокращений и обозначений.....                                                                     | 11                                     |
| 1 Информационно-аналитический обзор основных средств и методов пожаротушения.....                          | 12                                     |
| 1.1 Автоматические системы пожаротушения.....                                                              | 12                                     |
| 1.2 Мобильная техника и оборудование пожаротушения .....                                                   | 18                                     |
| 2 Методы и средства спасения людей при пожарах.....                                                        | 24                                     |
| 2.1 Проведение спасательных работ при помощи пожарных лестниц и коленчатых подъемников .....               | 24                                     |
| 2.2 Проведение спасательных работ при помощи устройства спасательного рукавного.....                       | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 3 Совершенствование технологии пожаротушения и спасения людей при пожарах.....                             | 35                                     |
| 3.1 Предлагаемая к внедрению технология пожаротушения и спасения людей .....                               | 35                                     |
| 3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемого мероприятия по обеспечению техносферной безопасности ..... | 53                                     |
| Заключение .....                                                                                           | 62                                     |
| Список используемых источников.....                                                                        | 67                                     |

## Введение

Защита от пожара – это глобальная проблема всего человечества, которая остается актуальной и в наши дни. Пожарная безопасность – один из важных сторон человеческой деятельности, от которых зависит благополучие каждого гражданина в РФ. «Основной силой, обеспечивающей пожарную безопасность жителей, как это следует из официальных документов, является Государственная противопожарная служба» [44] (далее - ГПС).

На основе данных российских информационных ресурсов выявляются следующие причины ЧС непосредственно в РФ: огромные территории, большая часть которых труднодоступна для прибытия пожарных и аварийно-спасательных служб, человеческий фактор, а также устаревшие методы и способы спасания людей. Вышеуказанные причины формируют новые возможности и новые опасности, которые в совокупности со старыми нерешенными проблемами увеличивают количество жертв при чрезвычайных ситуациях в десятки раз. [6].

В настоящее время Новокузнецкий муниципальный район охраняется силами ГПС 11 пожарно-спасательного отряда (далее - 11 ПСО). Данное подразделение ГПС осуществляет защиту 60% населенных пунктов. Время прибытия пожарно-спасательных подразделений 11 ПСО на оставшиеся 40% защищаемых территорий составляет более 20 минут. Именно в этих пунктах располагаются промышленные объекты, такие как шахты, разрезы, свинокомплексы, заводы, а также лесные хозяйства. Это говорит о наличии проблемы обеспечения пожарной безопасности данных объектов и спасения людей в случае возникновения ЧС на территории Новокузнецкого муниципального района.

В статье. «Принятие решений в области пожарной безопасности в г. Новокузнецке Кемеровской области – Кузбассе на основе анализа противопожарного состояния» говорится, что «За 12 месяцев с сентября 2022

по сентябрь 2023 года на территории г. Новокузнецка Кемеровской области – Кузбассе (далее г. Новокузнецк) произошло 1238 пожаров, что указывает на рост количества происшествий на 4 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (9).

На пожарах отмечается гибель 35 человек (АППГ-30, рост на 14%), травмирование обнаружено у 51 человек, (АППГ-41, рост на 20%). Количество спасенных человек - 137 человек, что на 7% меньше, чем за аналогичный период прошлого года (148 человек).

Материальный ущерб от пожаров составляет 22444 тыс. руб. (АППГ-15276 тыс. руб.; рост в 32%)» [26].

Есть несколько видов решения сложившейся проблемы – улучшение работы с населением (противопожарная пропаганда), повсеместная модернизация оборудования, ужесточение мер при проверке объектов, повышение эффективности государственного управления, проведение работ по повышению противопожарной защиты непосредственно самих объектов.

В данной работе будут рассматриваться пути решения вышеизложенной проблемы с помощью исследования путей повышения противопожарной защиты жилых, промышленных объектов и лесных хозяйств, нахождение более совершенных способов и методов спасания людей.

Наличие противопожарной защиты – залог успешного предупреждения ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Актуальность данной работы состоит в том, что ежегодное увеличение количества пожаров не опускается ниже средней отметки, в некоторые моменты времени только растет. Особенно страшен показатель роста пожаров с гибелью людей. Необходимость разработки новых видов противопожарной пропаганды, изучении новых способов совершенствования противопожарной техники и оборудования. Однако, точного решения для совершенствования противопожарной защиты не существует по различным причинам, включая как поиск и выбор решения по совершенствованию пожарной безопасности

непосредственным руководителем, так и создание благоприятных условий для внедрения подобных решений. В данной исследовательской работе будут рассмотрены существующие, а также инновационные технологии и методы пожаротушения и спасения людей при пожарах.

Объектом исследования является противопожарная защита населения, а предметом - средства и методы пожаротушения и спасения людей.

Цель исследования заключается в анализе, исследовании и нахождении более совершенных способов, методов и путей повышения противопожарной защиты промышленных объектов, жилых зданий и лесных хозяйств, спасение людей при пожарах.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ основных средств и методов пожаротушения, таких как автоматические системы пожаротушения и мобильная техника, оборудование пожаротушения;
- выполнить анализ методов и средств спасения людей при пожарах, таких как проведение спасательных работ при помощи пожарных лестниц и коленчатых подъемников, проведение спасательных работ при помощи устройства спасательного рукавного;
- провести научное исследование существующих вариантов по совершенствованию технологии в сфере пожаротушения и спасения людей при пожарах;
- определить наиболее эффективную для внедрения технологию пожаротушения и спасения людей;
- выполнить анализ и осуществить оценку эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности;
- разработать методические рекомендации и общие положения по совершенствованию повышения противопожарной защиты различных

промышленных объектов, лесных хозяйств, а также способов, методов и путей спасения людей при пожарах.

Гипотеза исследования состоит в том, что сокращение количества гибели и травм среди населения, а также среди самих пожарных, участвующих в спасательных работах будет обеспечено при условии внедрения соответствующих современных технологий в пожаротушении и технологий для спасения людей.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: нормативно-правовые акты, учебные пособия и методические указания.

Методы исследования:

- теоретический метод исследования состоит в изучении нормативно-технической документации;
- эмпирические методы исследования — это оценка и сравнение новых систем пожаротушения, анализ внедрения современных технологий пожаротушения.

Новизна работы заключается в разработке предложений по внедрению технологий в современных условиях. Также рассматривается возможность повышения эффективности спасания людей при пожарах, обеспечение пожарной безопасности на различных объектах, в том числе на опасных производственных объектах, тем самым, будет разрабатываться перспективное решение, результатом от внедрения которого приведет к сокращению роста негативных показателей, связанных с возгораниями и гибелью людей.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в возможности использования результатов исследования и дальнейшего применения предложенных практических рекомендаций, основываясь на оценке практической и экономической выгоды данного решения проблемы.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались актуальными статистическими и практическими данными

«действий подразделений 11 ПСО по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайных ситуаций, представленных в работе» [23], [26].

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в совместных публикациях, основных результатах, связанных с проведением расчетов по внедрению инноваций и разработкой рекомендаций.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течении всего исследования. Основные положения опубликовывались в научном журнале «Актуальные вопросы современной науки», статья «Принятие решений в области пожарной безопасности в г. Новокузнецке Кемеровской области – Кузбассе на основе анализа противопожарного состояния» [23], [26].

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 27 рисунков, 2 таблицы, список использованной литературы (51 источников). Основной текст работы изложен на 74 страницах.

## Термины и определения

«Интернет вещей (англ. internet of things, IoT) – это концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой» [33].

Пожарная безопасность – это состояние объекта, где полностью исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, сооружения и материальные ценности.

«Пожарная опасность – это опасность возникновения и развития неуправляемого процесса горения (пожара), приносящего вред обществу, окружающей среде, либо непосредственно объекту защиты» [44].

«Пожар – это неуправляемый процесс горения, который приносит вред обществу и окружающей среде [44].

Требования пожарной безопасности – это специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности.

Система оповещения и управления эвакуацией – это технологическая система, назначенная для своевременного извещения находящимся в здании людям о пожаре и извещающая людей о расположении эвакуационных выходов.

Система противопожарной защиты – совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.



Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Беспилотный летательный аппарат (далее – дрон) – небольшой летательный аппарат без экипажа на его борту

«Нейронная сеть – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенное по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей - сетей нервных клеток живого организма. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и других» [17].

Нейросеть – это программа, которая умеет обучаться на основе данных и примеров [37].

Искусственный интеллект – технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ [25].

Нормализованный вегетационный индекс – это числовой показатель качества и количества растительности на определенном участке поля. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны различной длины.

Усовершенствованный вегетационный индекс – разработан как улучшение нормализованного вегетативного индекса путем улучшения сигнала растительности в областях с высоким индексом листовой поверхности.

Индекс листовой поверхности – отношение площади листьев (одной их стороны) и/или хвои всех растений к площади почвы, занимаемой данной экосистемой.

Электрический автомобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями (электропривод) с питанием от независимого источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов и т. п.), а не двигателем внутреннего сгорания (ДВС) [31].

Дополненная реальность (AR) – предназначена для добавления цифровых элементов к объектам из реального мира, при этом взаимодействие с ними ограничено.

Виртуальная реальность (VR) – иммерсионные функции, которые позволяют работать в виртуальном мире с помощью специальной гарнитуры и наушников.

## Перечень сокращений и обозначений

АСР – аварийно – спасательные работы;  
АУПТ – автоматическая установка пожаротушения;  
АЛ – автолестница;  
АКП – авто коленчатый подъёмник;  
AR и VR – дополненная и виртуальная реальность;  
ГДЗС – газодымозащитная служба;  
Дрон – беспилотный летательный аппарат;  
ЛП – лестница палка;  
МК – мобильный комплекс;  
НПБ – нормы пожарной безопасности;  
ОВ – огнетушащее вещество;  
ОС – огнетушащее средство (состав);  
ОП – огнетушитель порошковый,  
ОУ – огнетушитель углекислотный;  
ОФП – опасный фактор пожара;  
ПА – пожарный автомобиль;  
СНиП – свод норм и правил;  
СП – свод правил;  
СВ – спасательная веревка;  
СИЗ – средства индивидуальной защиты;  
УСР – устройство спасательное рукавное;  
ФЗ – федеральный закон;  
ЧС – чрезвычайная ситуация.

# 1 Информационно-аналитический обзор основных средств и методов пожаротушения

## 1.1 Автоматические системы пожаротушения

АУПТ – это автоматизированные системы, выполняют распознавание возгораний и их полное устранение в зданиях и сооружениях без участия человека [43].

АУПТ входят в общую систему противопожарной защиты здания, которая регламентируется в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и постановлением Правительства РФ от 16 сентября 2020 года № 1479 «О противопожарном режиме», утвердившим «Правила противопожарного режима в Российской Федерации».

На рисунке 1 представлены объекты, подлежащие оснащению АУПТ.

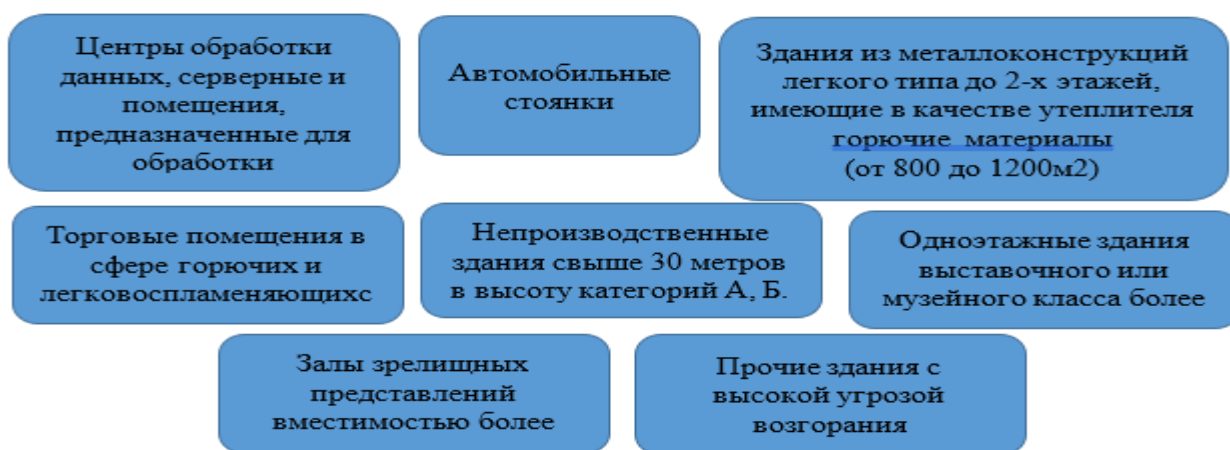


Рисунок 1 – Объекты, подлежащие обязательному оснащению АУПТ

Дренчерные системы состоят из трубопроводов, подключенных к распылителям, которые всегда открыты, но не имеют термочувствительных элементов.

Классификация АУПТ представлена на рисунке 2.

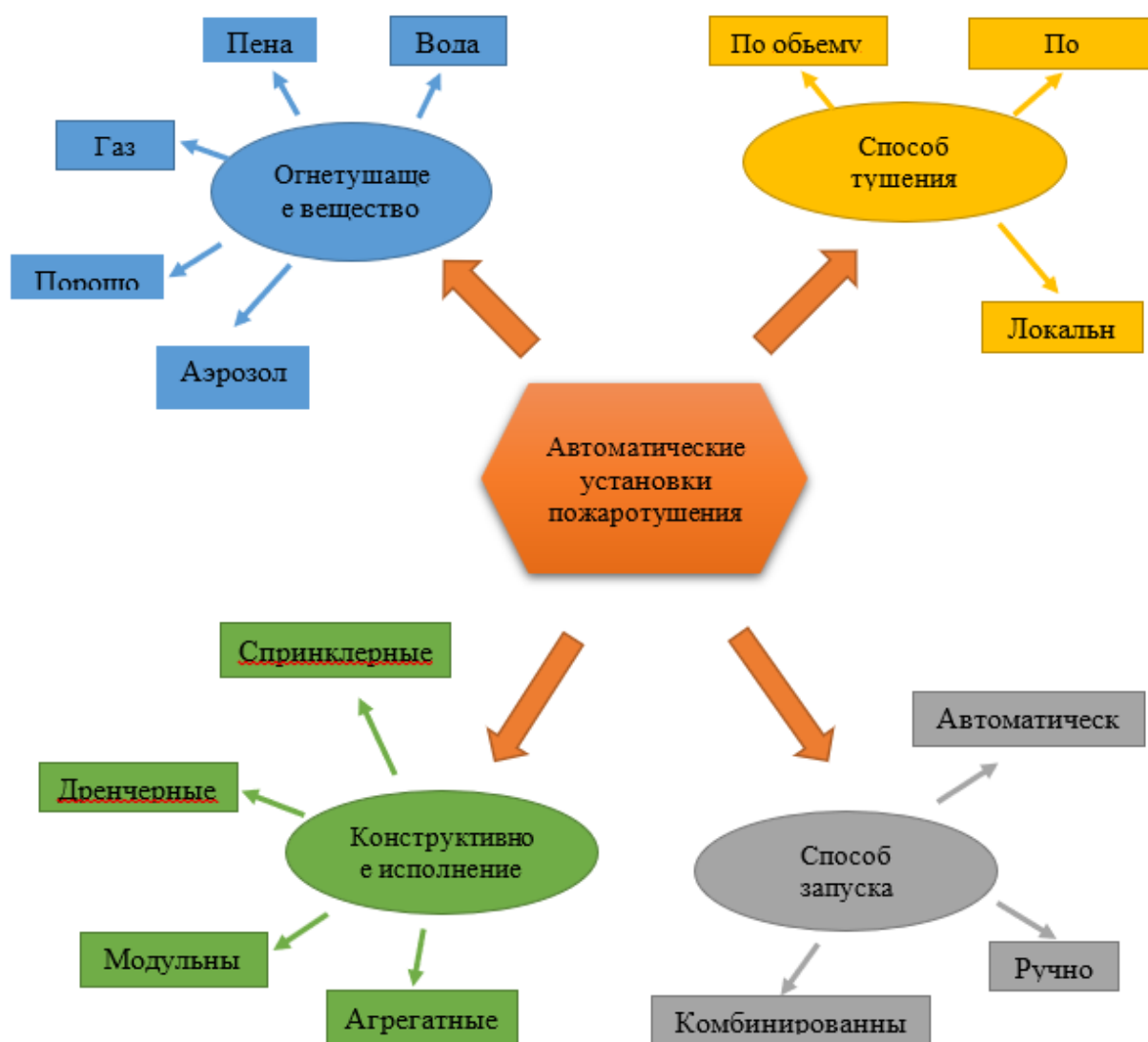


Рисунок 2 – Виды АУПТ [9]

Такие системы срабатывают при получении сигнала от системы обнаружения пожара (например, от датчиков дыма): насос подает воду ко всем открытым дренчерам, создавая равномерный поток воды по всей защищаемой площади.

Дренчерные системы используются в помещениях с высокими рисками возникновения возгорания, где требуется быстрое покрытие площади водой.

Основные элементы дренажной системы представлены на рисунке 3.

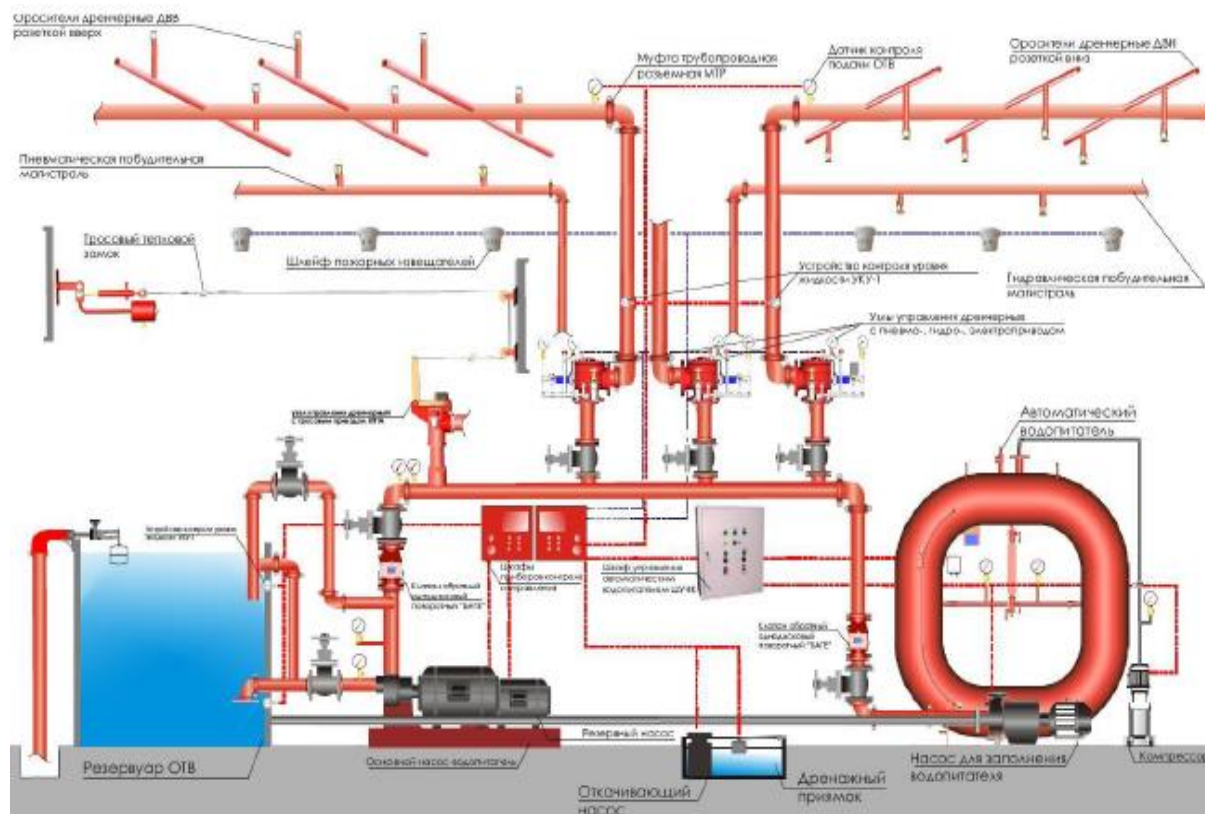


Рисунок 3 – Схема функционирования дренажной АУПТ

Дренчерные системы обеспечивают быстрое и мощное покрытие площадей, что особенно важно в условиях, когда ожидается быстрое распространение огня [42].

Спринклерные системы состоят из сети трубопроводов, к которым подключены термочувствительные распылители (спринклеры). Каждый спринклер имеет свою собственную термочувствительную вставку, которая реагирует на высокую температуру.

Принцип работы спринклерных систем заключается в следующем: при достижении определенной температуры, термочувствительный элемент в

спринклере разрушается, и вода начинает распыляться в зоне, где возник пожар. Таким образом, только те спринклеры, которые находятся в непосредственной близости к огню, срабатывают.

Основные элементы спринклерной АУПТ представлены на рисунке 4.

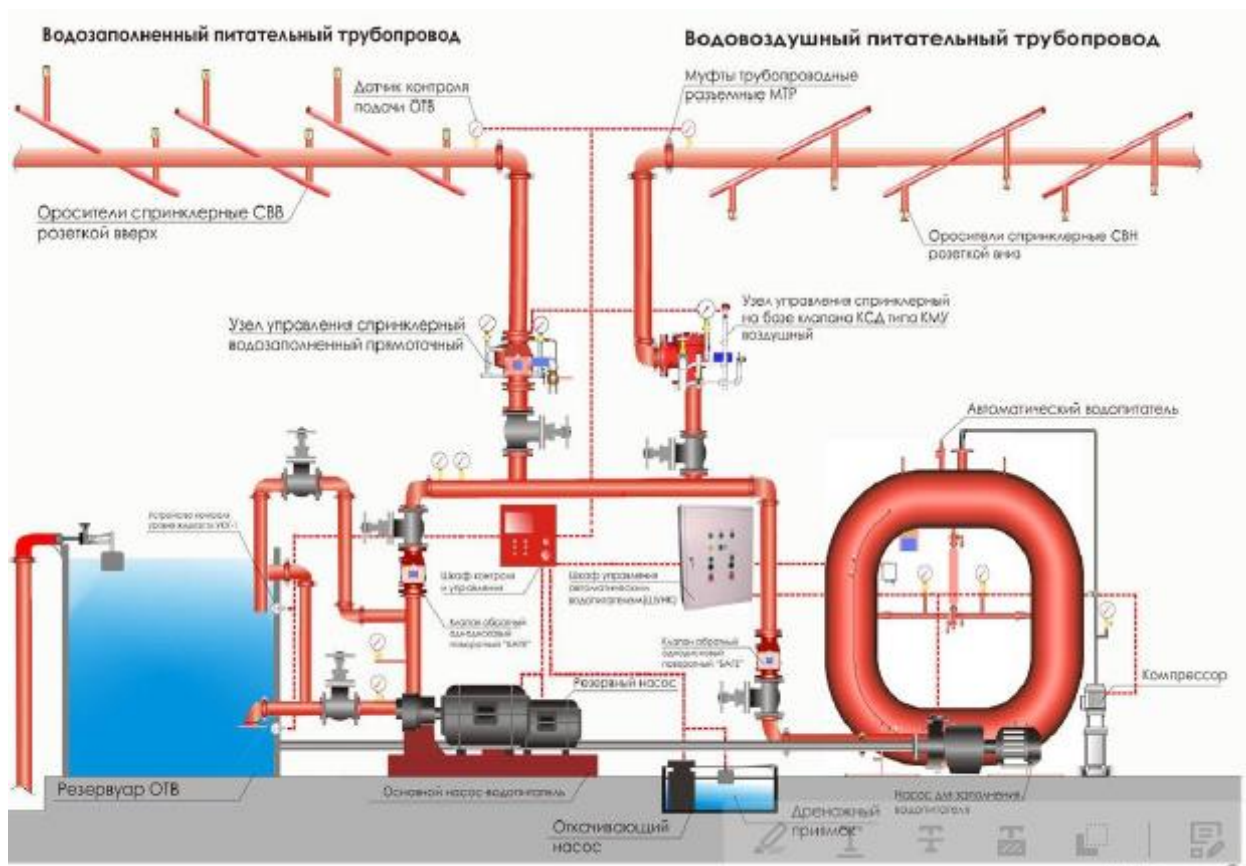


Рисунок 4 – Схема функционирования спринклерной АУПТ

Спринклерные системы часто используются в помещениях с различными типами содержимого, включая офисы, склады и жилые здания. Они хорошо подходят для помещений, где важен минимальный ущерб от применения воды.

Спринклерные системы способны эффективно тушить отдельные очаги пожара и могут работать в условиях различного загрязнения воздуха.

Подведем итог: основное различие между спринклерными и дренчерными системами заключается в способе срабатывания и методе тушения. Спринклерные системы более локализованы и срабатывают только

в непосредственной близости к огню, в то время как дренчерные системы активируются по сигналу и обрабатывают всю защищаемую площадь одновременно, что делает их более подходящими для защиты объектов с высоким риском [42].

Агрегатная система автоматического пожаротушения — это комплексная система, которая предназначена для защиты объектов от возникновения и распространения пожаров с использованием различных методов и средств тушения. Она объединяет несколько компонентов и технологий для эффективного обнаружения, предупреждения и тушения возгорания [1], [43]. Пример подобного устройства представлен на рисунке 5.

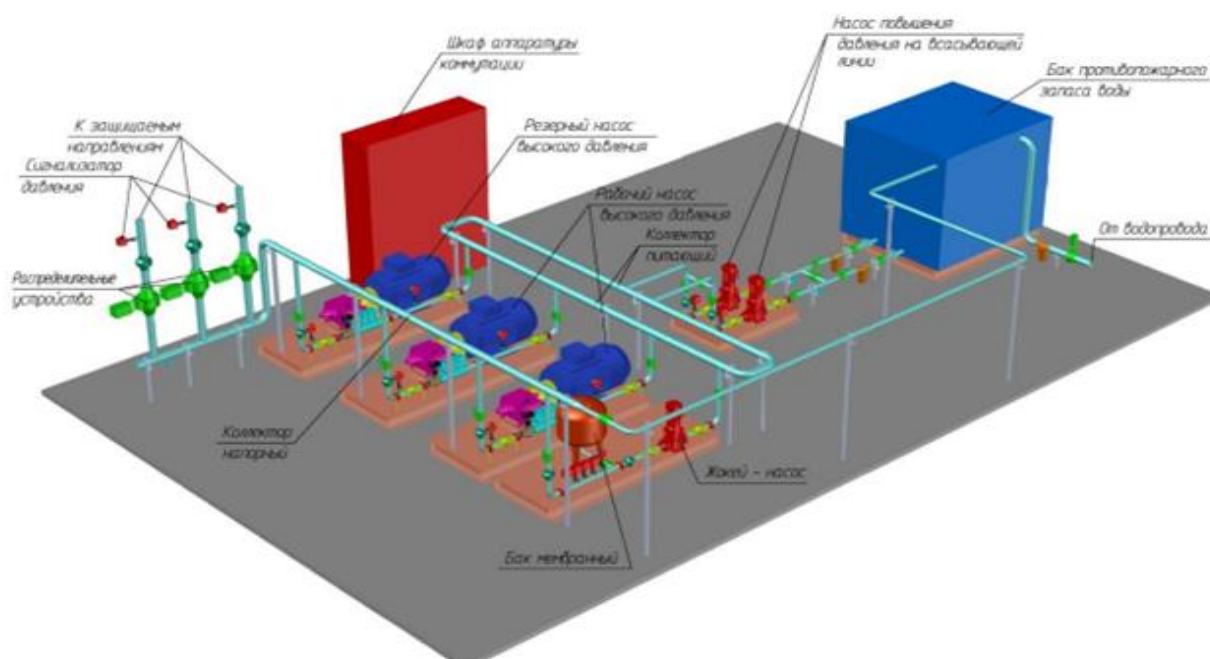


Рисунок 5 - Пример схемы агрегатной АУПТ

Агрегатная система может включать в себя различные методы тушения, такие как спринклеры, дренчеры, системы водяного тумана, а также системы с использованием газовых или химических огнетушащих веществ.



Модульная система состоит из отдельных модулей, каждый из которых выполняет определенную функцию, такую как обнаружение пожара, оповещение, тушение, дымоудаление. Они могут быть адаптированы, заменены или добавлены в зависимости от потребностей конкретного объекта [43], [34].

На рисунке 6 представлено устройство модульной системы.

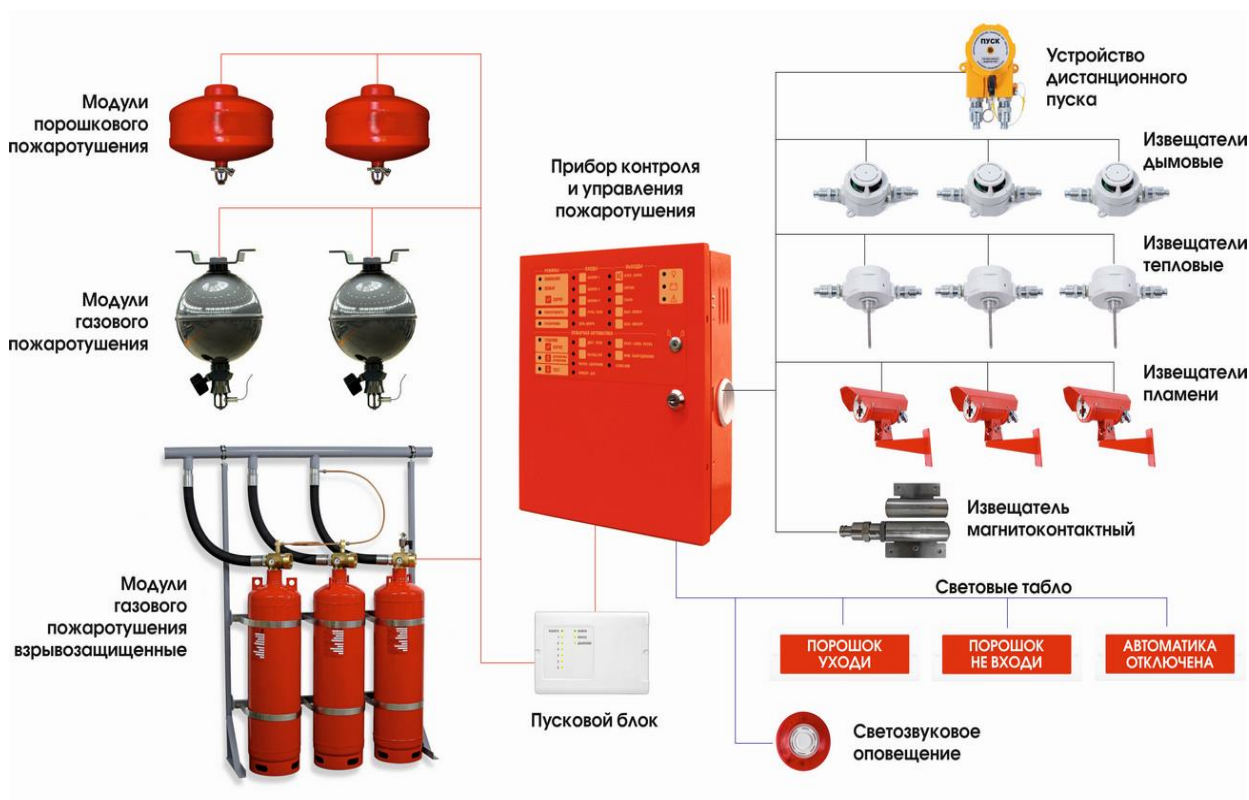


Рисунок 6 – Схема модульной АУПТ

Данные системы обычно легче масштабируются и настраиваются под требуемые условия.

Выбор между модульной и агрегатной системой автоматического пожаротушения зависит от конкретных условий, требований и предпочтений. Агрегатные системы предлагают комплексное решение для более фиксированных установок, в то время как модульные системы предоставляют большую гибкость и возможность масштабирования.

Основные элементы современной АУПТ представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Основные составляющие АУПТ

Изучение современных нормативных требований и автоматизированных систем пожаротушения показывает перспективы расширения использования водяных систем. Соблюдение указанных стандартов способствует разработке новых комбинированных решений. Эти решения будут отвечать критериям, установленным Техническим регламентом. Возрастает потенциал для инноваций в области пожарной безопасности.

## 1.2 Мобильная техника и оборудование пожаротушения

В статье 44 «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ сказано: «К мобильным средствам

пожаротушения относятся транспортные или транспортируемые пожарные автомобили, предназначенные для использования личным составом подразделений пожарной охраны при тушении пожаров».

Мобильным комплексом может быть пожарный автомобиль, пожарное судно, вертолет, мотопомпа и другие технические средства передвижения.

МК могут быть доставлены к очагу возгорания на любом транспортном средстве [32].

Специальные установки пожаротушения целесообразно применять при пожаре в лесном массиве, так как данное место является труднодоступным для оперативного перемещения техники. Также специальные установки целесообразно применять на территории, удаленной от водоемов, а также при возгорании на значительной площади территорий.

В наземный МК для тушения пожаров входят все транспортные средства [32].

На рисунке 8 показана классификация ПА по проходимости и величине допустимой полной массы.

**Классификация пожарных автомобилей**

| величина допустимой полной массы                                                                               |                                                                                                                      |                                                                                                               | в зависимости от проходимости                                                        |                                                                                              |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| легкие                                                                                                         | средние                                                                                                              | тяжелые                                                                                                       | неполноприводные                                                                     | полноприводные                                                                               | вездеходы-внедорожники                                                                |
| с полной массой от 2000 до 7500 кг<br><b>(L-класс)</b><br>(вместимость цистерны для воды до 2 м <sup>3</sup> ) | с полной массой от 7500 до 14000 кг<br><b>(M-класс)</b><br>(вместимость цистерны для воды от 2 до 4 м <sup>3</sup> ) | с полной массой свыше 14000 кг<br><b>(S-класс)</b><br>(вместимость цистерны для воды свыше 4 м <sup>3</sup> ) | для дорог с твердым покрытием<br>(нормальной проходимости)                           | для передвижения по дорогам всех типов и пересеченной местности<br>(повышенной проходимости) | для сильнопересеченной местности<br>(высокой проходимости)                            |
|                             |                                   |                            |  |         |  |

Рисунок 8 – Классификация пожарных автомобилей

На рисунке 9 показаны внешние отличия основных пожарных автомобилей общего и целевого применения от специальных пожарных автомобилей.

Автомобили целевого применения используются в сложных ситуациях и нестандартных условиях, например, когда необходимо разрезать металлические или деревянные конструкции для доступа в помещение.

| Основные пожарные автомобили                                                        |                                                                                     | Специальные пожарные автомобили                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Общего применения                                                                   | Целевого применения                                                                 |                                                                                       |
| пожарные автоцистерны                                                               | пожарные автомобили порошкового тушения                                             | пожарные автолестницы                                                                 |
|    |    |    |
| <b>АЦ-3,2-40/4 (43253)</b>                                                          | <b>АП-5000-50(53215)ПМ-567А</b>                                                     | <b>АЛ-30 (DLK 23-12 Iveco-Magirus)</b>                                                |
| пожарные автоцистерны с лестницей                                                   | пожарные автомобили пенного тушения                                                 | пожарные коленчатые автоподъемники                                                    |
|    |   |    |
| <b>АЦЛ-3-40/17(43253)ПМ-537</b>                                                     | <b>АПТ-7-20(53215) модель ПМ-525</b>                                                | <b>АКП-50 (6540)</b>                                                                  |
| пожарные автоцистерны с коленчатым подъемником                                      | пожарные автомобили комбинированного тушения                                        | пожарные телескопические автоподъемники с лестницей                                   |
|   |   |   |
| <b>АЦПК-2,0-40/100-24</b>                                                           | <b>АКТ 6/1000-80/20(53229)</b>                                                      | <b>ТП-90 «Бронто-Скайлифт» (F-90 HLA)</b>                                             |
| пожарные автомобили первой помощи                                                   | пожарные автомобили газового тушения                                                | пожарные аварийно-спасательные автомобили                                             |
|  |  |  |
| <b>АПП-0,5-2 (33023)</b>                                                            | <b>АГТ-1,0(4331)ПМ-526</b>                                                          | <b>АСА-20(43101)ПМ-523</b>                                                            |

Рисунок 9 – Примеры основных и специальных пожарных автомобилей

К специальной технике относятся подъемники, дымососы и другие технические средства, которые предназначены для выполнения специальных работ на пожаре, спасения жизни людей и охраны материальных ценностей. С помощью этой техники выполняются такие нестандартные задачи, как, освещение места пожара, организация связи на пожаре, перевозка большого количества рукавов, огнетушащих веществ к месту пожара, но главное это проведение спасательных работ на высоте. В данную категорию автомобилей также входят специальные лаборатории, мастерские и автозаправочные станции, которые могут доставлять топливо и дополнительные средства для

тушения, а также проводить полевые исследования. Это значительно облегчает работу спасателей и пожарных.

В случае если огонь охватывает леса или обширные безводные области, обычно привлекается любая крупная сельскохозяйственная техника, такая как тракторы и тягачи. С их помощью можно вырыть заградительные канавы, чтобы остановить распространение огня и защитить жилые здания. Экскаваторы могут создавать большие ямы, а тягачи — подвозить воду для пожарных.

В России широко используются многофункциональные комплексы специального назначения, представляющие собой пожарные прицепы с насосом, пенообразователем и вместительными емкостями для воды. Мотопомпы являются одними из самых эффективных и наиболее используемых устройств; они могут откачивать воду как из естественных, так и искусственных водоемов и подавать ее для тушения пожара. Мотопомпы бывают ручными и передвижными: ручные устройства компактны и могут быть легко перевезены в любое место, а передвижные устанавливаются на прицепы или тягачи.

Для борьбы с пожарами на нефтяных и газовых вышках, а также на крупных судах и баржах, применяются специализированные суда с противопожарным оборудованием. Они оснащены специальными насосами, которые предназначены для откачки воды из трюмов и помещений больших кораблей. Эти суда обладают высокой маневренностью, что позволяет им быстро достигать места происшествия и оказывать оперативную помощь другим судам, избегая при этом возможных препятствий и сохраняя плавучесть. Они также могут выполнять функции буксиров и средств для эвакуации людей. Важно, чтобы все используемое на борту оборудование было допущено к эксплуатации, имело соответствующие сертификаты, и строгое соблюдение требований безопасности предотвращает использование непроверенного, просроченного или неисправного оборудования.

Вертолеты способны переносить большие объемы воды и являются мощными средствами для тушения природных пожаров. В случае разливов нефти и нефтепродуктов используются катера и корабли с противопожарным оборудованием, которые способны ликвидировать возгорания на нефтяных и газовых вышках, баржах и крупных судах, а также тушить береговые участки.

Дополнительное оборудование включает специальные насосы для откачки воды из трюмов и внутренних помещений больших судов. Пожарные корабли могут функционировать как буксиры, так и средства для эвакуации людей. Эти водные объекты быстро развивают скорость и могут оперативно прийти на помощь другим судам, их высокая маневренность позволяет избегать препятствия и сохранять плавучесть.

Каждый модуль должен быть обеспечен соответствующими сертификатами, и применение непроверенного, просроченного или неисправного оборудования строго запрещено. Многофункциональные комплексы находятся на вооружении каждой пожарной части в России и обладают рядом преимуществ, такими как универсальность и практичность. Передвижные комплексы способны тушить пожары на безводных территориях, используя воду из ближайших водоемов, а также используя специальные жидкости и пены, доставленные с техникой. Эти комплексы также полезны для спасения людей и материальных ценностей.

Мобильные системы пожаротушения демонстрируют высокую эффективность в борьбе с огнем в условиях, где другие методы оказываются неэффективными. Эти установки часто используются для тушения лесных пожаров, однако они также могут применяться при техногенных и производственных возгораниях, хотя это бывает редко. Благодаря новым разработкам, осуществленным российскими учеными, подобные системы стали использоваться для обеспечения пожарной безопасности в общественных местах, таких как столовые, кафе, жилые здания и торговые центры.



Выводы по разделу 1. Работа противопожарной защиты не будет полноценной без объединения работы пожарных подразделений и системы пожарной автоматики в единый, работающий комплекс.

Следовательно, наряду с действиями пожарных подразделений, необходимо искать оптимальные решения в управлении пожарной автоматикой в целях защиты людей и материальных ценностей. Поэтому реализуются всё новые и сложные алгоритмы управления системами автоматического пожаротушения, оповещения, сигнализации, и управления эвакуацией людей при пожаре, системы вентиляции и дымоудаления и прочие.

Таким образом, комплекс автоматической противопожарной защиты – это гибкий информационный инструмент с множеством возможностей и применений.

## **2 Методы и средства спасения людей при пожарах**

### **2.1 Проведение спасательных работ при помощи пожарных лестниц и коленчатых подъемников**

Главная задача пожарно-спасательных подразделений на пожаре — это спасение людей. Спасение и эвакуация пострадавших должны осуществляться на основании определенного порядка и способа, определяющего руководителем тушения пожара (РТП), с учетом меняющейся обстановки на пожаре и состоянии людей.

Спасение людей должно проводиться с обеспечением наивысшей степени безопасности с применением всех имеющихся технических средств спасения, осуществляя действия по предупреждению паники.

При спасении людей с верхних этажей зданий (сооружений) с разрушенными, поврежденными, задымленными лестничными клетками применяются следующие основные средства:

- автолестницы, автоподъемники и другие приспособленные для этих целей автомобили;
- стационарные и ручные пожарные лестницы;
- спасательные устройства (спасательные рукава, веревки, трапы, индивидуальные спасательные устройства и иные средства спасения) [45].

Наружная пожарная лестница — это конструкция, прикрепленная к стене здания и спускающаяся прямо к земле. Многие из этих лестниц оборудованы защитными экранами вдоль перил, площадок и ступеней для повышения уровня безопасности. Эти лестницы имеют более широкие площадки и ступени по сравнению с другими типами пожарных лестниц, поскольку их обычно устанавливают в таких местах, как школы, общественные или производственные здания, на объектах с массовым скоплением людей [18].



Часто имеется дверь или большое окно, через которые можно попасть на пожарную лестницу, идущую изнутри здания. Во многих более крупных многоквартирных домах лестницы могут располагаться в шахте или внутри здания, а также иметь доступ как к крыше, так и к первому этажу.

При спасении людей или пожарных с помощью стационарных пожарных лестниц, предпочтительным методом (способом) спасения будет дополнительное размещение ручных пожарных лестниц у внешней стены здания, прилегающей к пожарной лестнице. Данная мера необходима для подстраховки эвакуируемых людей на случай выхода из строя стационарной лестницы при организации спасения.

Алгоритм спасения с помощью стационарной лестницы представлен на рисунке 10.

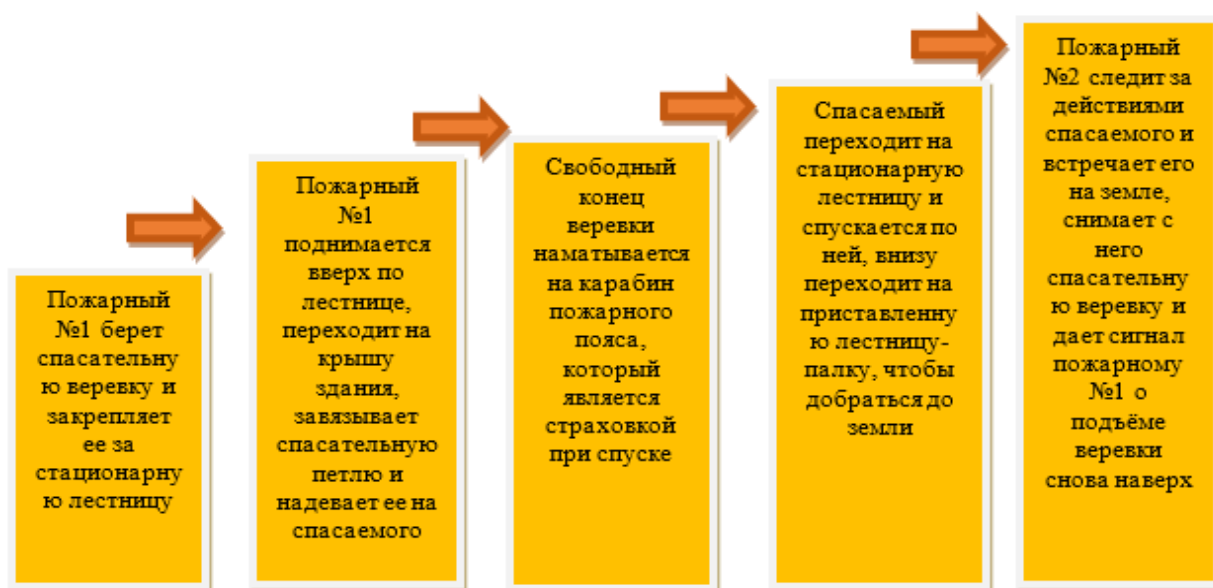


Рисунок 10 – Алгоритм спасения пожарными с помощью «стационарной лестницы тип П1» [30]

Назначение пожарной автолестницы – это спасение людей с верхних этажей зданий и сооружений, когда их самостоятельная эвакуация уже невозможна.

Спасение пострадавших с верхних этажей (уровней) разрушенных зданий с использованием пожарных автолестниц применяется при нахождении пострадавших на высоте до 30 метров (50 метров) и наличии площадки для разворачивания автолестницы размером не менее 11,5 x 4,5 м на расстоянии около 10 м от здания, при уклоне местности не более 6.

Автолестница устанавливается на расстоянии, обеспечивающем выдвижение и прислонение ее к заданной точке (окно, балкон, кровля) в пределах допустимого угла наклона и вылета при заданной длине (около 8-10 м от разрушенного здания), и ставится на тормоза. Не допускается установка автолестницы на сыпучих и свежееуложенных грунтах, на люках колодцев, шахт, гидрантов, мостиках и канавах. Выдвижение лестницы осуществляется на 1–1,5 м выше места нахождения пострадавших с углом наклона 50–75°. Верхний конец лестницы по возможности фиксируется за устойчивую конструкцию здания [14].

Спасение людей с верхних этажей с использованием АЛ осуществляется двумя спасателями по методике, указанной на рисунке 11.

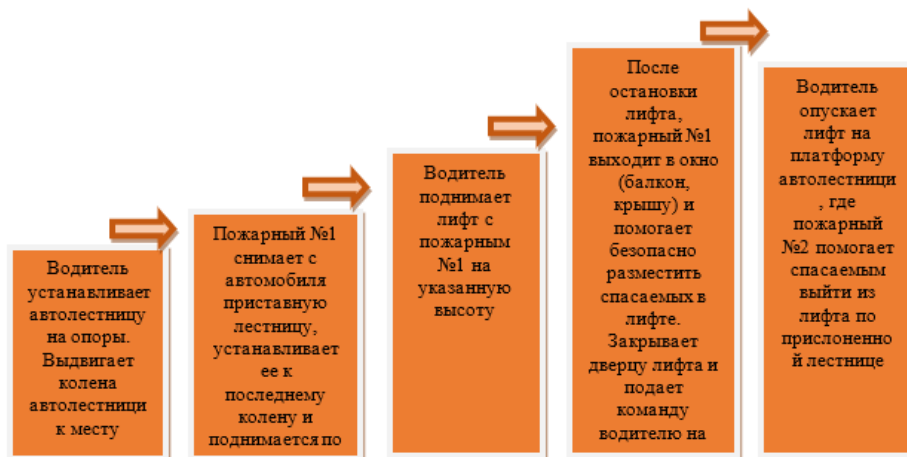


Рисунок 11 – Алгоритм проведения эвакуации людей при помощи АЛ

Использование автолестниц для эвакуации из высотных зданий часто оказывается, непрактичным. Ограниченная высота этих устройств, 30 и 50

метров, а также потенциальные сложности с перемещением и установкой в наших дворах, в условиях пожара существенно затрудняют их применение.

В отличие от автолестниц, коленчатые подъемники гораздо более маневренны, что позволяет существенно ускорить проведение спасательных и других работ на высоте. Эти подъемники обладают возможностью подхода к труднодоступным местам, что особенно важно при проведении спасательных операций. Такая техника обеспечивает не только оперативность, но и большую безопасность выполнения работ на значительной высоте [13].

Спасение людей с верхних этажей с использованием АКП осуществляется командой, состоящей из водителя и двух пожарных.

Данная методика осуществляется по алгоритму, представленному на рисунке 12 [30].



Рисунок 12 – Алгоритм проведения эвакуации людей при помощи АКП

При использовании АЛ и АКП запрещается:

- нахождение более одного человека на одном колене выдвинутой АЛ;
- движение колен АЛ, когда на ней находятся люди;
- превышение веса спасаемых по грузоподъемности люльки (лифта).

Спасение людей с верхних этажей с использованием АЛ с помощью люльки выполняется по алгоритму, указанному на рисунке 13.

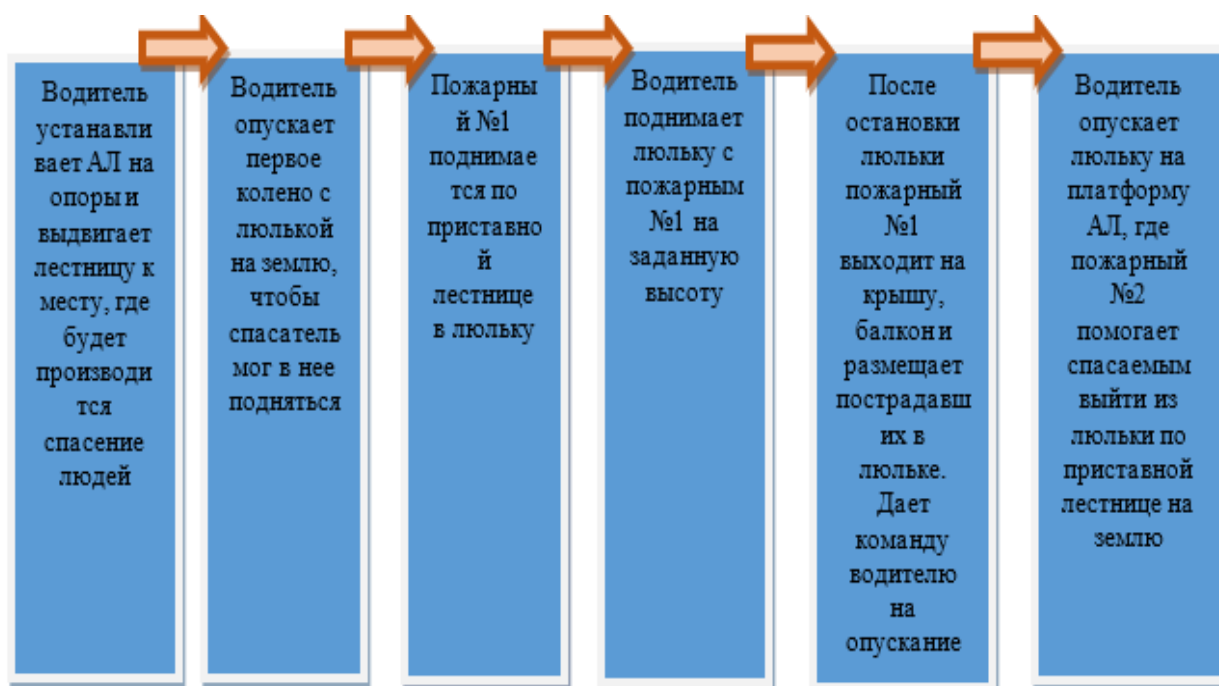


Рисунок 13 – Алгоритм проведения эвакуации людей при помощи АЛ со стационарной люльки

Спасение людей с верхних этажей по АЛ -50 и стационарно люльки представлен на рисунке 14.

Для эвакуации людей из зданий повышенной этажности эффективно применяется комбинированный метод с использованием автомобильных и ручных лестниц. Автолестница выдвигается на максимально допустимую высоту, а по балконам вышележащих этажей устанавливаются в виде цепочки ручные штурмовые лестницы.

При проведении спасения людей необходимо помнить о безопасности каждого участника боевых действий – пользоваться спасательными веревками.

На рисунке 14 приведено изображение автолестницы со стационарной люлькой:



Рисунок 14 – АЛ-50 со стационарной люлькой

Данная автолестница на базе Камаза со стационарной люлькой обеспечивает тушение пожаров и спасение людей с высотных зданий до 50 метров в условиях густой городской застройки.

## **2.2 Проведение спасательных работ при помощи устройства спасательного рукавного**

Проведя анализ различных способов спасения людей с этажей зданий и сооружений, можем прийти к выводу, что способ спасения с помощью устройства спасательного рукавного будет наиболее безопасным и эффективным, особенно при массовом спасении людей.

Скорость спуска в рукаве может регулироваться самим спасаемым путем изменения положения своего тела или спасателями на земле, которые могут отклонить рукав от вертикали, закрутить его или сжать руками. Спасательный рукав подходит для спуска людей любой возрастной группы, физической комплекции и состояния здоровья. Стоит подчеркнуть, что при использовании спасательного рукава у людей не возникает чувства страха перед высотой [5].

Спасательный рукав может быть использован наиболее быстро и эффективно, если он стационарно установлен в здании в местах, где возможно

скопление или движение людей. Применение спасательного рукава на коленчатом подъемнике значительно повышает эффективность спасательных операций. Одним из главных преимуществ эластичного спасательного рукава по сравнению с другими спасательными устройствами является его высокая пропускная способность — от 15 до 36 человек в минуту. При этом скорость остается постоянной, а спуск осуществляется благодаря собственному весу. Испытания с участниками различной массы и телосложения показали скорость спуска от 1 до 3 метров в секунду с высоты 22 метров, что подробно описывается в источниках [7].

В процессе спуска возможны остановка спускающегося в рукаве путем пережатия рукава руками, а также регулирование скорости спуска путем закручивания [7].

Основные результаты использования устройства спасательного рукавного представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные результаты использования устройства спасательного рукавного

| Этаж | Длина, м | Время готовности, сек | Время спуска, сек |              | Скорость спуска, м/с |
|------|----------|-----------------------|-------------------|--------------|----------------------|
|      |          |                       | 1-2 человека      | 3-4 человека |                      |
| 13   | 40       | 22                    | 30                | 39           | 1.0-1.3              |
| 17   | 52       |                       | 37                | 47           | 1.1-1.4              |
| 21   | 53       |                       | 40                | 50           | 1.06-1.32            |
| 25   | 66       |                       | 46                | 55           | 1.2-1.43             |

Правила спуска с использованием УСР:

- спасаемый усаживается на край отверстия рукава, опускает ноги в рукав и осторожно соскальзывает внутрь;
- скорость спуска необходимо контролировать, раздвигая локти и колени до полной остановки;
- пожарные принимают спускающихся на выходе из рукава и могут регулировать спуск [7].

Порядок установки УСР на АКП или АЛ со стационарной люлькой  
отображен на рисунке 15.

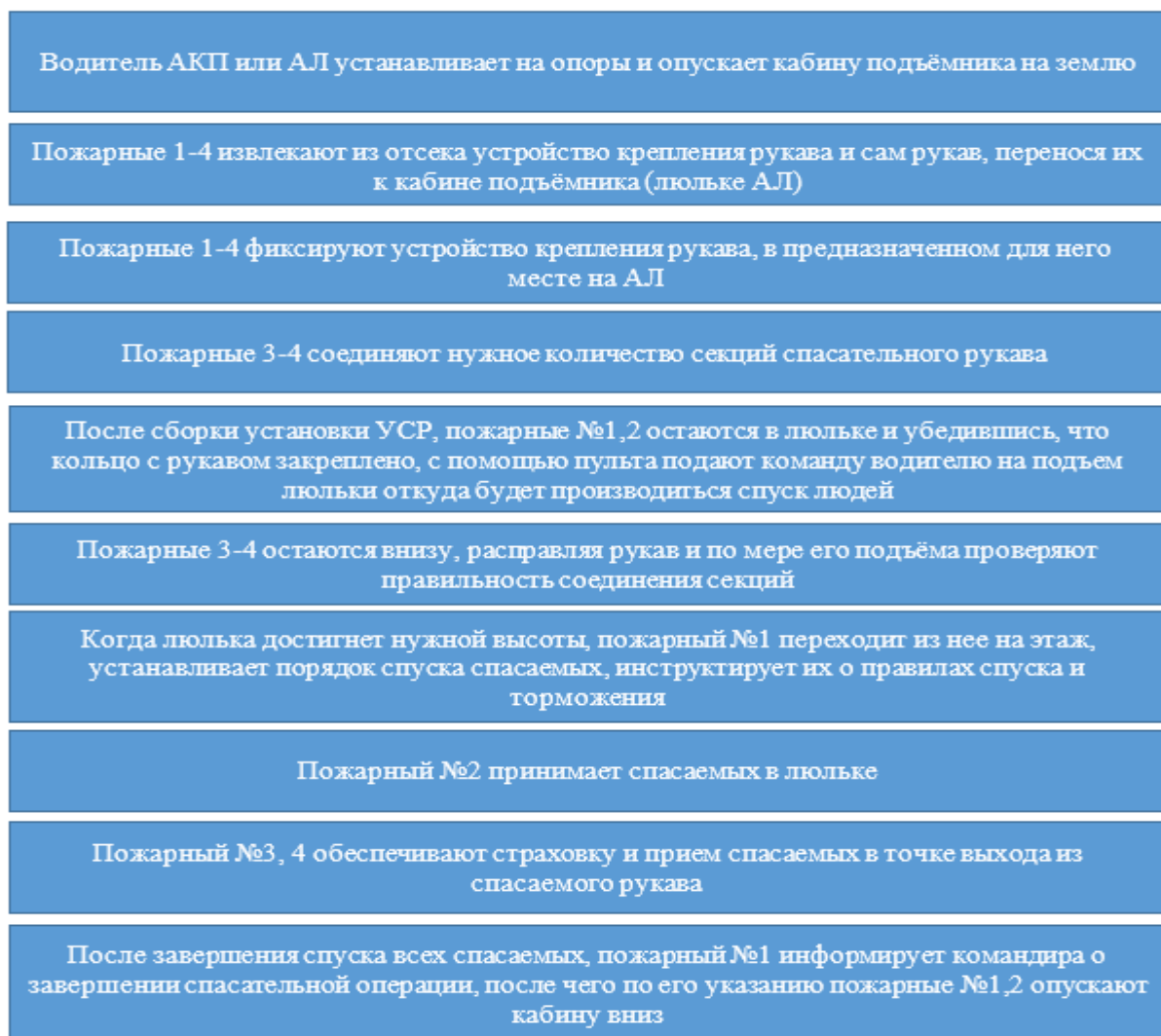


Рисунок 15 – Алгоритм установки УСР на АКП или АЛ со стационарной люлькой

Порядок установки УСР на АЛ со съёмной люлькой отображен на рисунке 16.

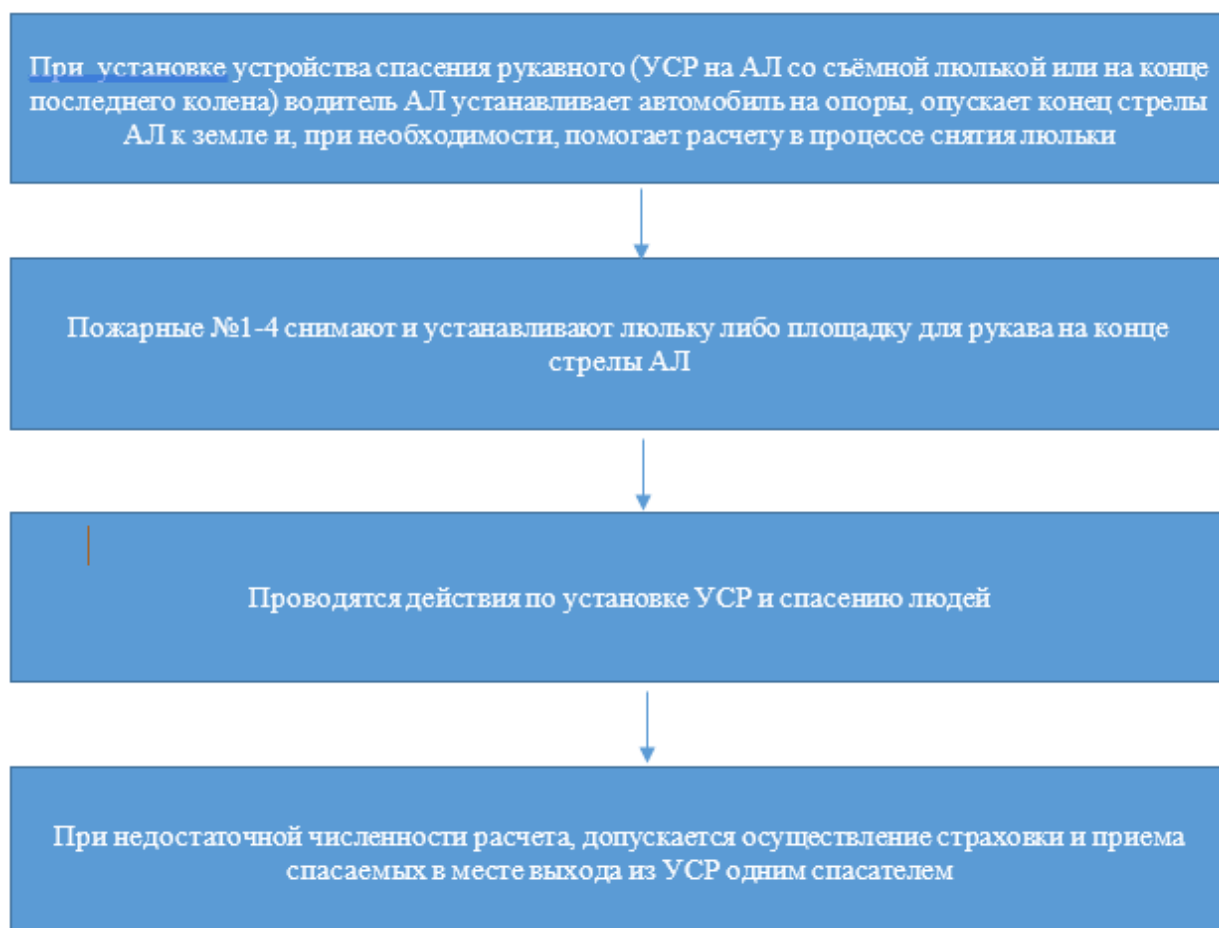


Рисунок 16 – Алгоритм установки УСР на АЛ со съёмной люлькой

После завершения спасательных мероприятий:

- люльку с УСР опускают на землю и извлекают кольцо с рукавом из посадочного места устройства;
- рукав укладывают «гармошкой» в транспортную сумку так, чтобы кольцо находилось сверху;
- снимают устройство с АКП или АЛ и размещают его вместе с сумкой с рукавом на штатное место в мобильном средстве пожаротушения.

Запрещается использовать устройство не по назначению, эксплуатировать устройство, у которого истёк установленный срок службы, а также спускать по рукаву двоих и более человек одновременно, за исключением случая «сопровождающий и спасаемый». Помимо описанных



методов и приемов спасательных работ возможны и другие варианты с использованием различных технических средств и новинок, указанных в работах» [7].

На всех уровнях спасательной подготовки и операций спасатели должны будут поднимать, таскать или толкать грузы и должны быть обучены правильному и безопасному выполнению этих задач. Существует серьезный риск получения травмы позвоночника или мышц живота из-за неправильного подъема. Следующие пункты подробно описывают правильную технику подъема грузов при выполнении спасательных работ.

Поскольку мышцы ног и бедер сильнее, чем мышцы рук, спины или живота, именно эти мышцы следует использовать для безопасного подъема каких-либо грузов.

Во время подъема присядьте, согнув колени, выпрямив спину и расположив ступни правильно, параллельно друг другу на ширине плеч, чтобы выдержать нагрузку.

Правильно возьмите груз перед собой и начните подъем с толчка ног и продолжайте этот толчок, пока ноги не выпрямятся. Держите груз близко к телу, а спину прямо. Таким образом, нагрузка переносится на мышцы ног, и возможность получения травмы спины или живота значительно снижается.

Опускайте груз способом, обратным способу подъема.

Таким образом, были исследованы основные методы и средства спасения людей при пожарах. Изучено проведение спасательных работ с помощью таких спасательных устройств, как пожарные выдвижные лестницы, коленчатые подъемники и устройства спасательные рукавные эластичные.

Грамотно выбранная тактика, методы и средства спасения, способны сохранить огромное количество жизней, как спасаемых, так и самих спасателей, а также материальных ценностей.

Выводы по 2 разделу. Пожар – одно из самых серьезных бедствий, сопровождающих человечество за все время его существования [44]. При

возникновении пожара, очевидно, что большое количество личного состава задействовано, в первую очередь, на спасение людей. Организуя эвакуацию и спасение людей по стационарным лестницам, сотрудники пожарной охраны рискуют, находясь в неведении относительно состояния данных лестниц. Вынуждены затрачивать дополнительное время для установки страхующего оборудования, в данном случае ручных пожарных лестниц.

Следовательно, для подразделений пожарной охраны необходимо применять более современные методы и оборудование, такие как коленчатые подъёмники. А также использование эластичных рукавных спасательных устройств, являющихся также эффективным методом спасения людей на пожаре, главным преимуществом которого по сравнению с другими спасательными устройствами, является его высокая пропускная способность – от 15 до 36 человек в минуту [7].

### **3 Совершенствование технологии пожаротушения и спасения людей при пожарах**

#### **3.1 Предлагаемая к внедрению технология пожаротушения и спасения людей**

Сотни новых производственных объектов, заводов, фабрик, площадок открыты в нашей стране за последние несколько лет. Ежегодно 27 000 промышленных пожаров в России приводят в среднем к 12 смертельным случаям, 238 ранениям и прямому материальному ущербу на сумму 1 миллиард рублей [20].

Но развитие технологий способствует в борьбе с пожарами на промышленных предприятиях и это будет развиваться и в 2025 году, поскольку инновационные технологии вступают в бой, помогают пожарным предотвращать и тушить пожары.

Поскольку риск возникновения пожаров по-прежнему широко распространен, пожарные должны быть оснащены соответствующими инструментами для эффективного реагирования на различные опасные ситуации. За последние 10 лет технологии пожарно-спасательных служб прошли долгий путь. Далее представлены для анализа десять инновационных технологий, которые могут изменить работу пожарных.

Искусственный интеллект стал прорывной технологией для большинства секторов, и пожарно-спасательные службы не являются исключением [28].

Пока он все еще находится на стадии обучения.

Искусственный интеллект собирает важные данные о пожаре, такие как температура, наличие газов, скорость развития пожара, время, необходимое пожарным для реагирования на сложившуюся ситуацию, а также пути распространения огня. На основании этих данных искусственный интеллект

рекомендует пожарным наиболее эффективный способ ориентироваться в ситуации с помощью носимых датчиков. В настоящее время искусственный интеллект учится с помощью ученых, программистов и служб быстрого реагирования в контролируемых условиях горения определенных материалов.

Функции искусственного интеллекта отображены на рисунке 17.

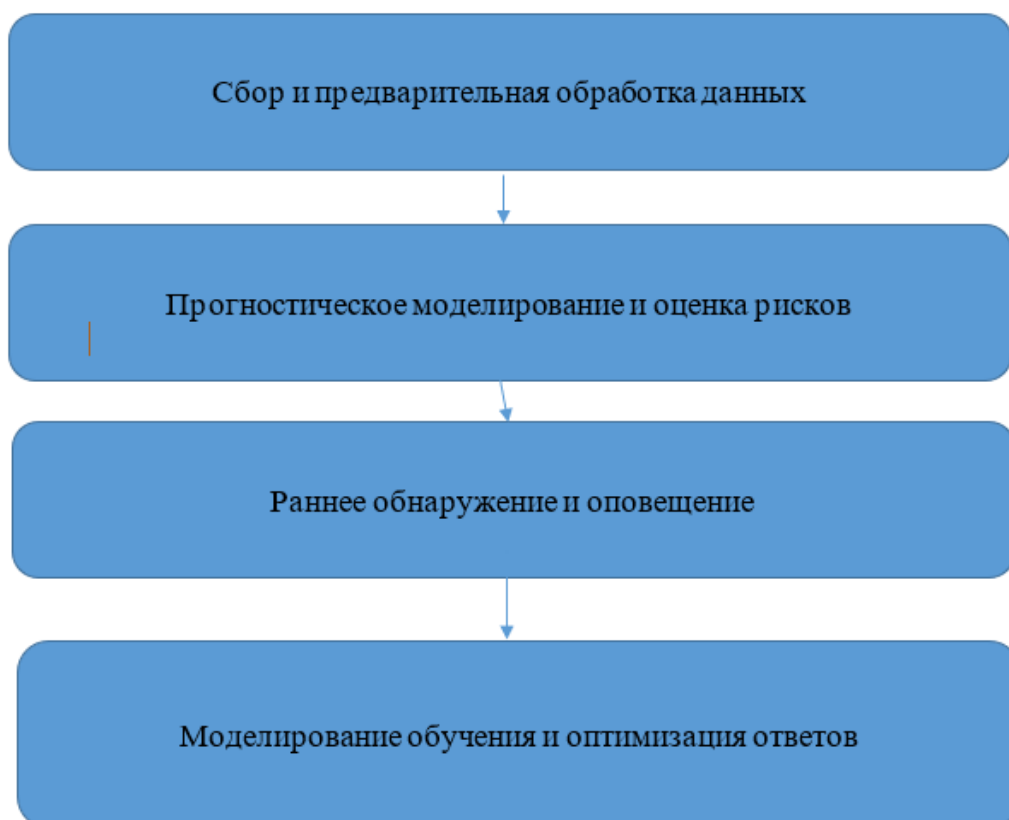


Рисунок 17 - Анализ функций искусственного интеллекта

Способ с помощью данных дистанционного зондирования Земли и нейронных сетей - изобретение, предназначенное для предсказания распространения природных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования Земли и нейронных сетей, относится к области прогнозирования природных пожаров. [10]. Технический результат состоит в возможности прогнозирования роста пожара на определенное количество дней вперед после его обнаружения, а также в повышении точности этих прогнозов. В предлагаемом методе используются следующие данные

дистанционного зондирования Земли и открытые источники для формирования трех наборов данных:

- координаты возгорания, используемые как начальные границы пожара для прогноза его распространения;

- статические характеристики территории, для которой прогнозируется природный пожар, включающие информацию о растительном покрове, рельефе, инфраструктуре и наблюдениях, сделанных перед началом пожара;

- динамические характеристики, касающиеся участка прогноза природного пожара, содержащие информацию о прогнозируемой погоде на несколько дней вперед.

Все три набора данных (координаты возгорания, статические и динамические характеристики) одновременно подаются на вход как минимум одной нейронной сети, чтобы предсказать распространение природного пожара на данной территории на некоторое количество дней вперед.

В данном способе статические признаки могут включать следующие параметры: типы растительности, доля поглощенной фотосинтетически активной радиации, индекс листовой поверхности, нормализованный вегетационный индекс, усовершенствованный вегетационный индекс, высоту над уровнем моря, направление склона, угол уклона, плотность дорог, ширину дорог, расстояние до дорог, расстояние до населенных пунктов, плотность населенных пунктов, численность населения, а также погодные условия за период, предшествующий началу возгорания.

На рисунке 18 отображаются результаты использования данного способа.

Также стоит отметить программное обеспечение для планирования и управления персоналом InTime. Что касается эксплуатационных расходов, можно упустить из виду то, насколько эффективен процесс планирования пожарной части. Неэффективный процесс планирования, такой как использование электронных таблиц, может привести к ненужным затратам на

сверхурочную работу, привлечению неквалифицированного персонала для выполнения рабочих заданий и использованию неправильно укомплектованного персонала. Вот почему так важно иметь надежное программное обеспечение для планирования и управления персоналом, такое как InTime. С помощью InTime эти процессы можно автоматизировать, чтобы на вашем аппарате всегда был обученный и квалифицированный персонал». Программное обеспечение InTime также показывает, если какое-либо изменение в расписании приводит к снижению штатного расписания, обеспечивая эффективное и справедливое заполнение сверхурочной работы. Различные пожарные подразделения ощутили на себе преимущества автоматизированного процесса планирования.

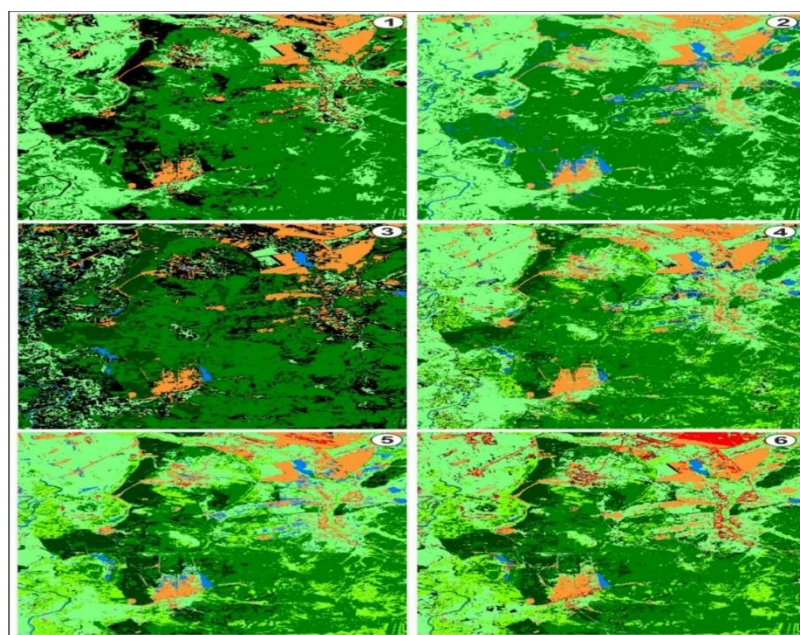


Рисунок 18 – Отображение зондирования земли на наличие пожаров на 09.08.2016

Интернет вещей (IoT) открыл полезные функции для бизнеса и личного использования. Теперь Интернет вещей обещает обеспечить беспроводное подключение пожарных инструментов для повышения безопасности и персонала.

Корпорация MSA использовала Интернет вещей для разработки комплексной экосистемы решений по обеспечению безопасности, которая поможет пожарным видеть ситуацию в режиме реального времени, оставаясь на связи друг с другом. Подключенная пожарная платформа включает в себя:

- LUNAR – портативное поисково-спасательное устройство, использующее тепловизионную технологию для определения краев, людей, дверей, окон и других источников вентиляции. Он также включает в себя детектор движения, который подает сигнал тревоги и передает сигнал бедствия находящемуся поблизости персоналу, если пожарный становится недееспособным.

- FireGrid – интегрированная система, которая соединяет все устройства LUNAR сразу после их включения, чтобы обеспечить в режиме реального времени учет статуса и местоположения пожарных, независимо от того, носят ли они дыхательные аппараты или нет. Он передает собранные данные руководителям ликвидации чрезвычайных ситуаций на месте происшествия и удаленному персоналу, например, в диспетчерский центр или пожарную часть.

- MSA Hub – устройство, создающее беспроводной шлюз, использующее собственную точку доступа с использованием сотовой технологии. Если сигналы сотовой связи недоступны или прерваны, он создает собственную облачную точку доступа для связи со всеми устройствами в радиусе действия.

Раньше данные об отдельных пожарных становились доступными только тогда, когда они подключались к автономному дыхательному аппарату, который передавал их расчетное давление воздуха, срок службы батареи и оставшееся время. Напротив, поисковое устройство LUNAR использует передовые технологии для передачи этой информации и других данных, чтобы помочь пожарному, несущему портативное устройство.

Оснащенный технологией поиска FAST помощи на пожаре спасателей, поисковое устройство LUNAR постоянно передает в режиме реального времени информацию о местонахождении и статусе пожарного. Например, если пожарный не двигался в течение 30 секунд, датчик обнаружения движения LUNAR распознает проблему, передает сигнал бедствия и подает звуковой сигнал.

Даже если поисковое устройство LUNAR не подключен к дыхательному аппарату, он обнаруживает сбитого пожарного и передает информацию о расстоянии и направлении другому сотруднику, который может использовать функцию тепловидения устройства для спасения этого человека в условиях ограниченной видимости.

В 2024 году пожарная безопасность начинает активно использовать технологии дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) [36]. Ранее, до 2021 года, AR преимущественно применяли в индустрии видеоигр. Современные пожарные комплексы эксплуатируют AR для улучшения эффективности работы спасателей. Раньше для навигации среди огня и дыма пожарные использовали тепловизионные камеры, которые требовали постоянного ношения их в руке. Сейчас же эти устройства интегрированы непосредственно в пожарные шлемы и панорамные маски, что освобождает руки спасателей, придавая им большей универсальности и повышает их ситуационную осведомленность, позволяя легко видеть сквозь дым и прочие препятствия.

Дополнительная реальность также используется для обучения пожарных поиску цифровых маяков в задымленных помещениях.

На рисунке 19 представлена разработка дополнительной реальности, созданного Главным управлением МЧС России по Республике Адыгея совместно с образовательным центром «Полярис-Адыгея» [24].





Рисунок 19 – Демонстрация виртуального обучения

Кроме того, дополнительная реальность активно рассматривается (и внедряется) за границей в пожарных частях для обучения. Дополнительная реальность позволяет пожарным тренироваться в реальных ситуациях, таких как лесные пожары, которые слишком опасны для тренировок с боевой работой. VR-обучение также позволяет пожарным снизить экономические, экологические и человеческие затраты.

Наряду с увеличением количества пожарных, переходящих на онлайн-обучение, дополнительная реальность определенно станет инструментом, который дополнит обучение с боевой работой.

Электрические пожарные машины также стремительно внедряются в пожарное дело индустриальных стран. Пожарные по всему миру стремятся сделать транспортные средства более тихими, чистыми и экологичными. Теперь для удовлетворения этих потребностей доступны электрические пожарные машины.

Австрийская фирма Розенбауэр (Rosenbauer) создала первую в мире электрическую пожарную машину стоимостью 1,6 миллиона долларов. Хотя это всего лишь концептуальный автомобиль, некоторые пожарные службы, такие как пожарное управление Северного Ванкувера, уже рассматривают возможность включения этого типа устройств в свой автопарк.

К преимуществам этой пожарной машины относится ее способность подниматься или опускаться на четыре высоты для размещения на местности или пожарных расчетов. Поскольку он электрический, автомобиль практически бесшумен во время работы.



Рисунок 20 – Электроавтомобиль фирмы Rosenbauer

Стоит отметить, что электромобиль будет удобен в городских районах, где пожарные машины обычно совершают короткие поездки. Это устраняет необходимость регулярных выездов на заправочную станцию, поскольку автомобиль может подзарядиться, как только вернется на пожарную станцию.

Робототехника. Роботы все чаще используются в пожарной службе для выполнения задач, которые либо слишком опасны, либо требуют физических усилий для пожарных. К ним относятся поиск горящих мест в зданиях, тушение пожаров в опасных условиях и даже спасение пострадавших. Эти машины могут перемещаться в сложных условиях, переносить тяжелые грузы, выдерживать экстремальную жару и задымление. Они служат огромному расширению возможностей пожарных и повышению безопасности мероприятий по ликвидации пожара.

Пример пожарного робота представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Пожарный робот ЕЛЬ 4

Дроны. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), обычно называемые дронами, изменили правила игры в пожарной службе.

Традиционно оценка масштаба пожара или проведение анализа после происшествия были опасной и трудоемкой задачей для пожарных. Сегодня дроны, оснащенные камерами высокого разрешения и инфракрасными датчиками, позволяют увидеть место пожара с воздуха, быстро предоставляя важную информацию о размере, направлении и интенсивности пожара.

Они также могут помогать в поисково-спасательных операциях, разведке зданий и обнаружении пострадавших, не рискуя при этом человеческими жизнями.

Все чаще используется дрон для ликвидации промышленных пожаров, когда пожарные могут столкнуться с очень большими температурами, угрозой взрыва, ядовитыми испарениями и ядовитыми химическими веществами [50].

На рисунке 22 представлен дрон, разработанный китайской фирмой ЕХанг (EHang) для ликвидации пожаров ЕХанг-216 [8].

Дроны передают аэрофотоснимки, которые повышают осведомленность о ситуации. Новаторские недорогие тепловизионные идеи на дронах повышают видимость в сложных условиях. Эта технология помогает дронам «видеть» сквозь сильное задымление и предоставлять пожарным важную информацию. Руководители спасательных операций по тушению пожара

могут получать видео в реальном времени, наложенную топографию местности и карты, чтобы получить представление, которое повышает эффективность задачи по тушению пожара. Находясь в воздухе, дрон может обнаружить скрытый огонь на крышах, в пустотных перекрытиях и стенах зданий, передать информацию об этом и тем самым лучше защитить пожарных, ведущих спасательные работы и тушение возгорания. Если люди останутся в здании, данная технология также сможет определить их местонахождение.



Рисунок 22 – Проведение испытания тушения дроном ЕХанг-216

Внутренние дроны (исследующие пространство внутри помещений), Британской благотворительной организации Флайбилити (Flyability SA), могут осматривать здания, пока пожарные остаются на безопасном расстоянии [15]. Дроны могут попасть в то опасное место, куда должны войти пожарные. «Они могут визуально осмотреть место происшествия, чтобы помочь вам определить, безопасно ли для кого-то входить», – говорит Зак Дуковиц, менеджер по контент-маркетингу организации Флайбилити (Flyability SA). «После мероприятия вы можете использовать дроны для сбора визуальных данных для расследования потенциального поджога.

Дронам, работающим в помещении [16], необходима устойчивость к столкновениям, чтобы они могли летать в ограниченном пространстве, сталкиваясь со стеной и продолжать полет, не повреждая дрон [49].

Промышленные пожарные команды также могут использовать дроны для регулярных проверок. Проверки резервуаров традиционно являются трудоемким и дорогостоящим процессом, который предполагает длительные простои и проблемы безопасности для тех, кто проводит проверки.

Использование дронов революционизирует эту задачу, предоставляя необходимую информацию о состоянии резервуаров, одновременно повышая безопасность и сокращая время простоев.

Особое место в использовании дронов занимает сфера лесного хозяйства, а именно горение лесов [3]. Используя универсальные дроны, предназначенные для мониторинга и тушения пожаров в лесах, существенно сокращается ущерб при горении огромного лесного фонда, включая и весь его животный мир, ликвидируется угроза перехода пожара на жилой сектор [48]

Индивидуальные тепловизоры также способны изменить методы борьбы пожарных подразделений с промышленными пожарами [38], [19]. Их применение включает в себя:

- первоначальный поиск (поиск людей и домашних животных, определение источника огня);
- самоспасение – дополнительный спасательный круг, помогающий пожарным найти выход из помещений с плохой видимостью, и не запутаться в лабиринтах производственных помещений. Они могут находить окна, более прохладные места и трубопроводы для самостоятельного спасения;
- ситуации с потерявшимися пожарными – пожарные могут реагировать на сигналы бедствия и находить своих товарищей в задымленных помещениях (рисунок 23).
- сигналы тревоги, запахи и дым – руководители спасательных операций могут определить источник скрытых проблем. Устройство может помочь выявить горячие точки, неисправную проводку, короткие замыкания и многое другое;



- опасные вещества – руководители спасательных операций могут исследовать и определять уровни опасных материалов в резервуарах и сосудах под давлением, а также исследовать ситуации с безопасного расстояния;
- использование тепловизоров увеличивает количество глаз, ищущих горячие точки (прогары), поэтому рабочие звенья могут покинуть место происшествия с уверенностью, что пожар потушен;
- при спасение пропавших людей в темноте;
- ситуационная осведомленность – этот инструмент помогает пожарным поддерживать визуальный контакт с другими участниками в ситуациях плохой видимости, чтобы улучшить ситуационную осведомленность и эффективность [39].



Рисунок 23 – Применение пожарным тепловизора

Перенапряжение, стресс и проблемы со здоровьем являются причиной большинства смертей пожарных.

Другие факторы, приводящие к смерти, включают опасности на работе: вдыхание тепла и дыма, взрывы, падающие предметы, обрушение конструкций, падения и поражение электрическим током [41].

Умные средства индивидуальной защиты (СИЗ) направлены на снижение смертности пожарных путем отправки жизненно важной информации руководителям аварийно - спасательных операций.

Компании создают умные СИЗ по образцу смартфонов, умных часов и устройств в стиле американской корпорации ФитБит (FitBit), которые уже дают ценную информацию о здоровье и производительности. Эти устройства обычно включают в себя множество сенсорных технологий Интернета вещей (IoT), таких как гироскопы, GPS, акселерометры, датчики барометрического давления и мониторы сердечного ритма. Каждый из них предоставляет ценную информацию о пользователе.

Данные гироскопа могут передаваться, когда пользователь падает или ударяется об пол, что побуждает выяснить его состояние.

GPS точно показывает местоположение пользователя. Если использовать их в интеллектуальных средствах индивидуальной защиты, руководители спасательных операций смогут видеть, где находятся терпящие бедствие пожарные, чтобы направить к ним резервные звенья или экстренную помощь.

Акселерометры дают представление о скорости пользователя. Если ситуация быстро изменится, руководители спасательных операций смогут выяснить, почему.

Барометры предоставляют информацию о высоте над уровнем моря. При использовании в СИЗ руководители спасательных операций могут определить, находится ли пожарный на первом или третьем этаже. Они будут знать, куда направить подкрепление или кого вызвать.

Датчики сердечного ритма сигнализируют об усталости, перегреве и перенапряжении.

Задача заключалась в том, чтобы сделать сенсорную технологию доступной для пользователей, находящихся в высокотемпературной среде, наполненной дымом и токсичными парами. Обычные смартфоны или умные

часы не могут выдержать условий, с которыми пожарные сталкиваются при выполнении служебных обязанностей.

Технологические достижения и возможности облачного хостинга позволяют доставлять пожарным интеллектуальные средства индивидуальной защиты. Теперь существуют носимые датчики газа, которые крепятся к СИЗ и контролируют уровень газа. Производители определяют интеллектуальные СИЗ или интеллектуальные носимые технологии как СИЗ, которые используют датчики Интернета вещей для сбора информации и подключаются к Интернету и другим устройствам, таким как смартфоны, планшеты или ПК, для предоставления информации о безопасности в режиме реального времени.

Радиоплюз дальнего действия соединяет интеллектуальные средства индивидуальной защиты с другими устройствами, обеспечивая оповещения в режиме реального времени. Интеллектуальные средства индивидуальной защиты анализатор БиоТрек (BioTrac) от фирмы FireHUD подключаются к плюзу на пожарных автомобилях [47].

Участники спасательных операций могут проверить любое подключенное к Интернету устройство на предмет показателей жизнедеятельности спасателей в режиме реального времени. Умные СИЗ улучшают ситуационную осведомленность, поскольку собирают данные, отправляют уведомления и адаптируются к внутренним и внешним условиям. Это приносит пользу непосредственно самим спасателям, поскольку они отслеживают свое местонахождение и состояние здоровья, анализируют данные и отправляет сигналы к руководителям спасательных операций.

Носимая интеллектуальная технология предоставляет подробную информацию о температуре тела пользователя, частоте сердечных сокращений, нагрузке и многом другом. Когда технология отслеживает биометрические данные каждого участника, участники могут меньше беспокоиться о своем здоровье и сосредоточиться на своей миссии.



«Умные» средства индивидуальной защиты проникают в устройства связи, такие как шлемы и маски, которые помогают общаться в условиях плохой видимости и в шумной обстановке. Он также подключается к охлаждающим и нагревательным элементам, которые снижают температуру тела в жарких условиях. А датчики окружающей среды на одежде теперь контролируют газ, химические вещества, тепло, звуковые воздействия и многое другое, а также уведомляют о появлении признаков неисправности.

Платформа анализаторов БиоТрек (BioTrac) от фирмы FireHUD включает в себя носимое устройство, отслеживающее физиологические реакции пользователя во время пожара, и передатчик, который отправляет данные по защищенной радиосети большого радиуса действия на шлюз в транспортном средстве, передающий данные в облако, чтобы руководители спасательных операций могли получить к ним доступ в реальном времени. Данное носимое устройство отслеживает частоту сердечных сокращений, температуру тела и перенапряжение.

СИЗ отлично защищают пожарных от огня или окружающей среды, но они также создают микроклимат, при котором тепло их тела не может рассеиваться достаточно быстро, и они могут перегреться или перенапрячься».

Большая часть спецодежды, которую носят пожарные, содержат пер - и полифторалкильные вещества (ПФАС) – токсичный класс химикатов, используемый для соответствия единым стандартам водостойкости. Но исследования связывают химические вещества ПФАС с различными проблемами со здоровьем, включая рак, даже в низких проявлениях.

Последние инновации в пожарном оборудовании меняют ситуацию. В материалах, не содержащих ПФАС, таких как волокна от известной американской компании Дюпонт (DuPont), в процессе прядения арамидов не используется ПФАС с короткой или длинной цепью. Компания Фэадекс (Fire-Dex), мировой производитель СИЗ, анонсировала ткани СИЗ TECGEN71+ и TECGEN51+ с водоотталкивающей пропиткой, не содержащей ПФАС.



Рисунок 24 – Боевая одежда пожарного из TEGEN71

Ткань без ПФАС имеет незначительные недостатки. Ткань теряет некоторые водо и масло отталкивающие свойства, то есть впитывает немного больше того и другого, чем ее аналоги, содержащие ПФАС. Однако ткани без ПФАС по-прежнему соответствуют стандартам NFPA 1971 года.

Снаряжение без ПФАС обеспечивает такую же тепловую защиту и движется таким же образом», – говорит Станковски. Стойкость цвета и износ остаются прежними.

Ведущая американская компания по производству пожарного оборудования и пожарной защитной одежды Фэадекс (Fire-Dex) разработала внешнюю оболочку TEGEN71+ NFPA 1971, чтобы уменьшить тепловое напряжение за счет уменьшения веса и повышения гибкости. Стрелочные переводы, изготовленные из TEGEN71+, легкие, тонкие и дышащие. Американская корпорация Хонивел (Honeywell), производящая электронные

системы, стремится достичь аналогичных характеристик в своем пожарном оборудовании.

Инновационные технологии, изложенные в третьей главе, являются довольно новыми и активно исследуемыми.

При всех плюсах, есть и некоторые недостатки:

- сложность исследования комбинированного воздействия ОФП;
- увеличения времени на подсчеты для крупных объектов промышленности;
- обоснование выбранной методики;
- требование значительных инвестиций;
- долгосрочный процесс внедрения;

Искусственный интеллект, дистанционное зондирование, умные СИЗ в будущем может существенно оптимизировать и повысить пожарную безопасность объектов, оптимизировать затраты на пожарную безопасность, ускорить процесс проектирования, инженерных расчетов в области пожарной безопасности.

В тоже время технология требует больших временных и финансовых затрат, поэтому ее развитие без участия государства в России кажется не совсем возможным [28].

Внедрение дронов среди существующих инноваций на данном этапе развития пожаротушения, особенно в сфере лесного хозяйства, будет наиболее эффективно и менее затратным [51].

В данном направлении незаменим опыт у лесопожарной службы Брянской области, которые закупили, произвели пусконаладочные работы и тестовые запуски дрона модели Мавик 2 Энтерпрайз (Mavic 2 Enterprise Advanced). Выполнили обучение пилотированию дронов в полевых условиях и обработке данных в специальном программном обеспечении. Применять беспилотник стали для контроля сельхозпалов, которые захватывают большие лесные территории. Съемка беспилотниками этого процесса помогла получить

первый опыт по сбору оперативных данных и координации сил сотрудников службы. Сейчас благодаря беспилотнику сотрудники проводят регулярный мониторинг лесного хозяйства, оперативно обнаруживают очаги возгорания в лесу, используя его при тушении пожаров. Дрон помогает контролировать распространение огня и отслеживать динамику его развития.

Беспилотный летательный аппарат для мониторинга протяженных объектов включает планер, силовую установку, систему автоматического и дистанционного управления полетом летательного аппарата и работой его систем, бортовую систему диагностики состояния протяженных объектов.

В устройство представленного БПЛА входит стабилизированная платформа, которая предназначена для размещения датчиков (фото, видео), тепловизоров и газоанализаторов.

Силовая установка, содержащая двигатель и толкающий винт, размещена в задней части беспилотного летательного аппарата, а универсальная гиростабилизированная платформа с датчиками - в передней части планера. Дрон модели Мавик 2 Энтерпрайз (Mavic 2 Enterprise Advanced) оснащен 48 пиксельной визуальной камерой, 32-х кратный зум, тепловизор 640x512 пикселей. Имеет точность позиционирования до 1 сантиметра с модулем RTK. Передача данных до 10 километров. Функция обнаружения препятствий по всем направлениям. Возможность работы от -10 до +40 градусов. Скорость полета 72 километра в час и 31 минуте полетного времени. [21].

Использование данной полезной модели позволяет повысить эффективность мониторинга протяженных объектов за счет расширения функциональных возможностей дронов. Разрабатывается следующая модель, способная нести груз с огнетушащими веществами, что повысит эффективность в ликвидации возгораний в начальной стадии.

## **3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемого мероприятия по обеспечению техносферной безопасности**

### **3.2.1 Анализ внедрения разработки**

Как показано на рисунке 25, в 2023 г. в Евразии дроны имеют высокий уровень спроса



Рисунок 25 – Уровень спроса на дроны в мире в 2023

Однако за последний год в мировом сообществе заметно снижение роста покупок дронов (рисунок 26).

Одним из существенных факторов, которые способствуют снижению финансирования беспилотных компаний, является проблема перехода за пределы стадии начального бизнеса. Стоимость венчурных вложений на поздних стадиях сильно снизилась, что отражает более широкую тенденцию, наблюдаемую в различных отраслях. Даже те компании, которые продемонстрировали разработку данного продукта, подтверждение рыночных возможностей и получение прибыли, сталкиваются с проблемой снижения шансов на получение дальнейших значительных инвестиций в условиях нынешнего глобального финансового кризиса.

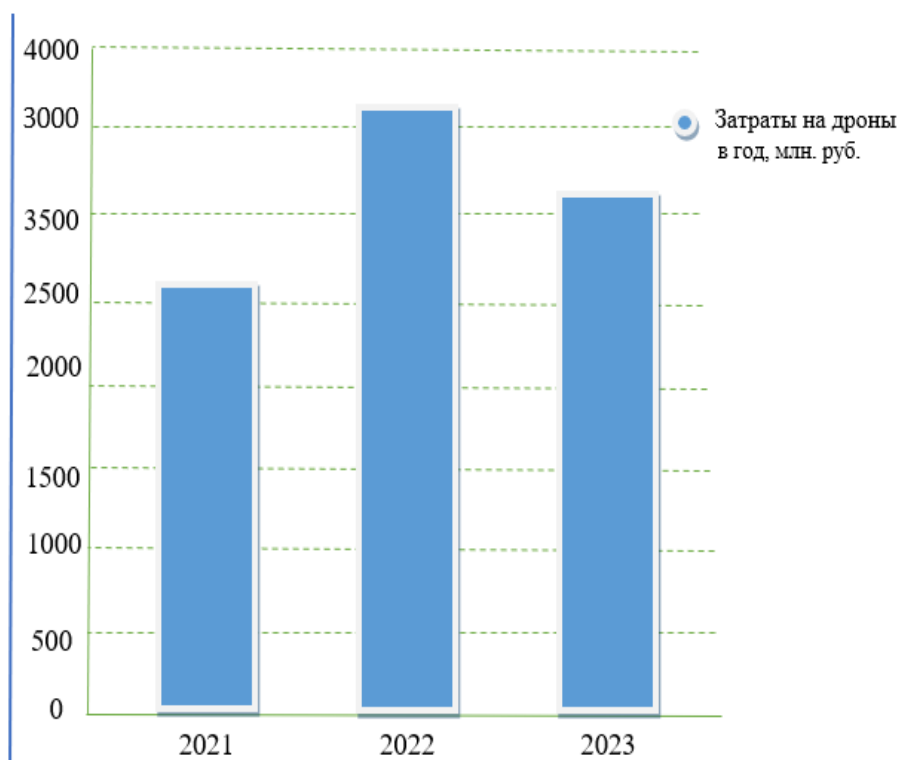


Рисунок 26 – Затраты на покупку дронов в 2021-2023 гг.

По итогам 2023 года объем российского рынка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) составил 33,7 миллиарда рублей, учитывая продажи техники для специальной военной операции. Это почти на 50% больше, чем в 2022 году, когда продажи оценивались в 22,9 миллиарда рублей. Такие данные представлены в исследовании Ассоциации «Аэронекст», результаты которого были опубликованы 29 декабря 2023 года.

Выручка компаний от поставок дронов на гражданский рынок в 2023 году увеличилась на 35% по сравнению с 2022 годом и составила 19,8 миллиарда рублей.

Средний годовой рост выручки от предоставления услуг на базе БПЛА зафиксирован на уровне 14%. Как и в 2022 году, наибольшее увеличение выручки наблюдается в категории дронов специального назначения, не относящихся к гражданским, с ростом на 318% в 2023 году (рисунок 27).

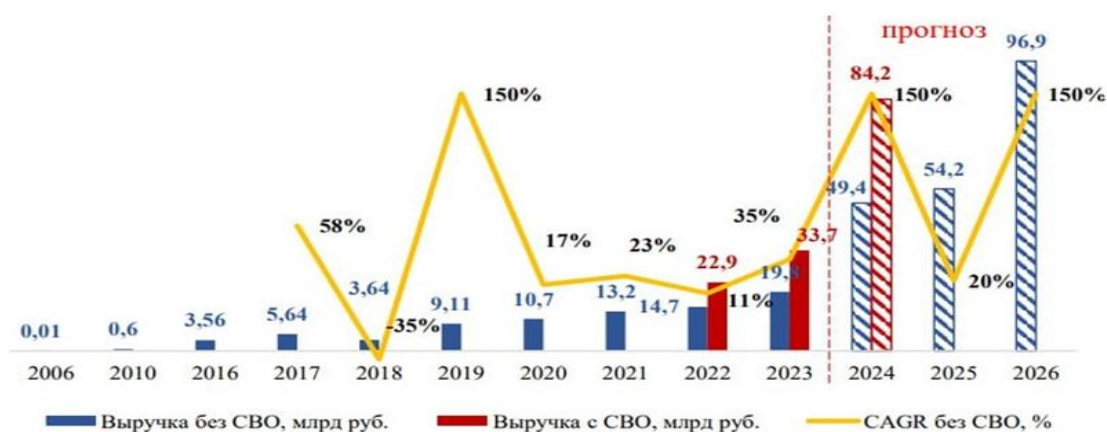


Рисунок 27 – Оптимистичный прогноз роста рынка БАС в РФ в денежном выражении

По причине роста рынка дронов на территории РФ внедрение акустического оборудования на беспилотных аппаратах имеет потенциальную возможность.

По причине введения санкций и смещения РФ с пути глобализации в сторону национализации и независимости от мирового сообщества государственные и частные организации столкнулись с проблемами в сфerezакупки оборудования, в том числе ограничения на импорт высокотехнологичной продукции. Помимо вышеперечисленного стоит отметить, что возросли цены на покупку и модернизацию оборудования, имеющего иностранные составляющие [40].

По данной причине использование и модернизация уже имеющегося вооружения на базе российских производителей, а также разработка новых методов и способов ограничения локальных возгораний становятся востребованными путями исследования российских ученых и инженеров. Сложившаяся общемировая ситуация способствует развитию российской инженерии и создаёт уникальные возможности преобразования окружающей действительности в перспективе всеобщей помощи для жителей нашей межнациональной страны [40].

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 2.

Таблица 2 - План реализации мероприятий по техносферной безопасности

| Мероприятия к исполнению                                                                                               | Сроки исполнения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Внедрение в работу лесопожарных служб БПЛА                                                                             | 2024 год         |
| Выверка лесных дорог                                                                                                   | 2024 год         |
| Контроль наличия и состояния посадочных площадок                                                                       | 2024 год         |
| Контроль над расстоянием просек, противопожарных разрывов, противопожарных минерализованных полос                      | 2024 год         |
| Описание схемы устройства минерализованных полос                                                                       | 2024 год         |
| Наличие и расположение пожарных наблюдательных пунктов для определения качества мониторинга противопожарной обстановки | 2024 год         |

«Кемеровская область – Кузбасс является лесным регионом Сибирского федерального округа Российской Федерации. Общая площадь земель, покрытая лесом, составляет 6335,7 тысяч гектар. Леса занимают 66,2% общей площади территории области» [23].

Оценка эффективности охраны лесов Кемеровской области - Кузбасса от пожаров при внедрении дронов.

Расчет годового предотвращенного ущерба ( $\mathcal{E}_{\text{гп}}$ ) [46]. представлен в формуле 1:

$$\mathcal{E}_{\text{гп}} = \text{Ущерб}_{\text{без мер}} - \text{Ущерб}_{\text{с мерами}} \quad (1)$$

где  $\text{Ущерб}_{\text{без мер}}$  - это оценка среднегодового ущерба от лесных пожаров в отсутствие мер.

$\text{Ущерб}_{\text{с мерами}}$  - это оценка среднегодового ущерба от лесных пожаров при внедрении дронов.



Статистические данные о площади лесных пожаров и средней стоимости ущерба за последние 5 лет:

- 2019 год: площадь пожаров - 542 га, ущерб - 1 млн. руб.
- 2020 год: площадь пожаров - 1467 га, ущерб – 2,1 млн. руб.
- 2021 год: площадь пожаров – 2571,1 га, ущерб – 3,5 млн. руб.
- 2022 год: площадь пожаров – 1411,2 га, ущерб – 2 млн. руб.
- 2023 год: площадь пожаров – 19,7 га, ущерб – 300 тыс. руб.

Среднегодовой ущерб без мер составляет 1,78 млн. руб.

Предположим, что внедрение дронов позволит снизить площадь лесных пожаров на 30% (534 тыс. руб.).

Следовательно, новый среднегодовой ущерб будет составлять 1,2 млн. руб.

В соответствии с формулой 1 производим расчет годового предотвращенного ущерба:

$$\mathcal{E}_{\text{гп}} = 1,78 \text{ млн. руб.} - 534 \text{ тыс. руб.} = 1,2 \text{ млн. руб.}$$

Далее производится расчет срока окупаемости по следующей формуле:

$$T = (\sum I / \mathcal{E}_{\text{гп}}) \cdot 1 \quad (2)$$

где T – срок окупаемости;

I - статья расходов.

1 – коэффициент, указывающий на окупаемость в год.

Закупка дронов модели Мавик 2 Энтерпрайз (Mavic 2 Enterprise Advanced), средняя стоимость 420 тыс. рублей в количестве 2 штук (достаточно для покрытия лесного хозяйства Кемеровской области – Кузбасса) составит в среднем 840 тыс. рублей.

Обучение персонала – 512 тыс. рублей (средняя стоимость обучения операторов дронов составляет 32 тыс. рублей).

Создание и обслуживание инфраструктуры не требуется, так как обслуживающий персонал будет базироваться при пожарных подразделениях.

Текущие расходы (в состав которых входит обслуживание, ремонт, топливо) – около 100 тыс. рублей.

Общие затраты (Затраты на меры)  $\sum I = 940,5$  тыс. рублей.

Согласно формуле 2 срока окупаемости составит:

$$T = (940,5 \text{ тыс. руб.} / 1,2 \text{ млн. руб.}) \cdot 1 = 0,78 \text{ года} = 9,3 \text{ месяца.}$$

Зная, что лесопожарный период составляет в среднем 5 месяцев в год [27], приходим к выводу, что закупка и внедрение дронов окупится примерно через два года (за два пожароопасных сезона).

Таким образом, внедрение дронов для охраны лесов от пожаров позволит предотвратить ущерб в размере 1,2 млн. рублей в год. Срок окупаемости инвестиций в дроны составляет всего 9,3 месяца, что делает это решение экономически выгодным.

### **3.2.2 Решение проблем экологичности используемых сил и средств**

Основная проблема, решаемая внедрением предлагаемого оборудования – проблема экологичности используемых сил и средств. Если рассматривать стандартно использующиеся способы, то одним из самых опасных загрязнений в современном мире окружающей среды представляет загрязнения галогенными углеводородами. Галогены для пожаротушения являются мощными разрушителями стратосферного озона.

Их производство сведено до минимума, и их использование ограничено немногими приложениями, в тех ситуациях, когда альтернативы пока не существует. Для большинства применений были разработаны заменители. Они обычно разбавляют и охлаждают среду пламени ниже предела

распространения пламени, без сильного химического действия галогенов. Заменители представляют собой либо смеси инертных газов ( $N_2$ , Ar,  $CO_2$ ), или отдельные газы, мешающие реакциям горения, такие как  $C_3HF_7$  (HFC 227ea),  $CHF_3$  (HFC23) или  $C_4F_{10}$  (FC 3-1-10)<sup>48</sup>. Данные альтернативы галогенам больше не способствуют процессу разрушения озонового слоя, т.е. их показатели разрушения озонового слоя приближаются к нулю [2]. Однако они способствуют глобальному потеплению и могут оказывать другие неблагоприятные потенциальные воздействия на окружающую среду по причине их стойкости в окружающей среде. Примерно такая же ситуация происходит и с другим огнетушащими веществами – антипиренами.

Токсичность пенообразовательных растворов также играет значительную роль [29]. Эффекты загрязнения воды огнетушащей пеной должны рассматриваться при принятии решения об её использовании, поскольку, ни одна из имеющихся пен для пожаротушения не может считаться безвредной для окружающей среды. В США и Европе ведутся дискуссии на тему запрета применения пены – первая попытка полного отказа в 2003 году от использования пены как средства для тушения горючих и легковоспламеняющихся жидкостей привела к увеличению количества пожаров и, как следствие, увеличению численности пострадавших.

Воздействие пены на окружающую среду должно быть смягчено, необходимо создавать новые рецептуры, чтобы заполнить пустоту, но это не будет полным решением.

Стоит также отметить проблему создания водоемов для стока воды в случае пожара. Она признана во всем мире, в том числе и некоторыми промышленно развитыми странами, такими как Швейцария, Германия, Франция, Нидерланды и Великобритания, а также некоторыми международными группами экспертов химической промышленности.

Для решения этой проблемы в некоторых странах уделяется особое внимание размерам резервуаров для герметизации, а также общему дизайну

систем герметизации и управлению ими. Многие промышленные объекты химической промышленности оборудованы накопительными бассейнами.

Экологические проблемы, возникающие в результате деятельности человека, уже давно выявлены во многих областях. Не являются исключением пожары и вопросы пожарной безопасности. Научные знания, необходимые для поддержки процессов принятия решений в отношении компромиссов между локальной безопасностью и глобальным сохранением окружающей среды, все еще ограничены и требуют дальнейшего и безотлагательного внимания. Как видно из представленной информации, потенциальные экологические проблемы, связанные с пожарами, разнообразны. Некоторый контроль над воздействием пожаров на окружающую среду был достигнут с переменным успехом с помощью национальных и международных правил, и добровольных сводов правил.

Экологические проблемы, в будущем могут быть решены внедрением акустического оборудования на базе дрона, что также ведет к сокращению лесных пожаров, но уже более экологически безопасным способом. Данное акустическое оборудование разработано инженерами – исследователями Курганской государственной сельскохозяйственной академии. Они предложили использовать низкочастотный звук для тушения возгораний. Звуковой огнетушитель состоит из колонки – сабвуфера и усилителя, выдающие звук в пределах 20 – 40 Гц. Российская технология, в отличие от западных разработок отличается тем, что сокращает время тушения возгорания при идентичных расходах электроэнергии и улучшении условий эксплуатации. Так же предлагается использовать данный огнетушитель и в местах хранения документов [35].

Помимо экологической проблемы, акустические огнетушители на дронах решают проблему использования сил и средств при сложных и неблагоприятных условиях.

Таким образом, перспектива внедрения акустических огнетушителей на базе дронов остается актуальной и возможной в ближайшем будущем.

Выводы по 3 разделу. Техническое оснащение пожарноспасательных подразделений и формирований для решения природных катаклизмов, и пожароопасных ситуаций, играет ключевую роль в области обеспечения безопасности и эффективности спасательных работ.

Многофункциональная пожарная техника позволяет эффективно бороться с различными видами чрезвычайных ситуаций, а также улучшает координацию действий спасателей.

Современные технологии, применяемые при тушении пожаров в гарнизоне пожарной охраны, имеют огромное значение для эффективного и безопасного тушения пожаров. С учетом постоянного развития технологий и появления новых методов и средств тушения пожаров, исследование в этой области является крайне актуальным [22].

## Заключение

Проведенное исследование позволило достичь намеченных целей, подтвердив выдвинутые гипотезы и сформировав обоснованные заключения по каждому аспекту научной работы.

Выводы по 1 разделу. Работа противопожарной защиты не будет полноценной без объединения работы пожарных подразделений и системы пожарной автоматики в единый, работающий комплекс.

Следовательно, наряду с действиями пожарных подразделений, необходимо искать оптимальные решения в управлении пожарной автоматикой в целях защиты людей и материальных ценностей. Поэтому реализуются всё новые и сложные алгоритмы управления системами автоматического пожаротушения, оповещения, сигнализации, и управления эвакуацией людей при пожаре, системы вентиляции и дымоудаления и прочие.

Большую проблему в настоящее время представляют ложные срабатывания систем пожаротушения, пожарной сигнализации. Это создает риск паники среди находящихся в здании людей. Избежать данную проблему поможет установка современных комплексов систем автоматизации, анализирующие физические характеристики опасных факторов пожара. Что более точно повысит достоверность информации о пожаре.

Таким образом, комплекс автоматической противопожарной защиты – это не только система безопасности, но и гибкий информационный инструмент с множеством возможностей и применений. Четкая и слаженная работа при чрезвычайной ситуации всех противопожарных и инженерных систем объекта по заранее спланированному алгоритму позволит предотвратить и избежать самого страшного.

Выводы по 2 разделу. Пожар – одно из самых серьезных бедствий, сопровождающих человечество за все время его существования [4]. При возникновении пожара, очевидно, что большое количество личного состава

задействовано, в первую очередь, на спасение людей. Организуя эвакуацию и спасение людей по стационарным лестницам, сотрудники пожарной охраны рискуют, находясь в неведении относительно состояния данных лестниц. Вынуждены затрачивать дополнительное время для установки страхующего оборудования, в данном случае ручных пожарных лестниц.

Следовательно, для улучшения тактических возможностей подразделений пожарной охраны по тушению пожаров и спасению людей, необходимо применять более современные методы и оборудование, такие как коленчатые подъёмники, которые более маневренны и обладают возможностью подхода к труднодоступным местам, а также большей оперативностью и безопасностью при выполнении спасательных работ на высоте. А также использование эластичных рукавных спасательных устройств, являющихся также эффективным методом спасения людей на пожаре, главным преимуществом которого по сравнению с другими спасательными устройствами, является его высокая пропускная способность – от 15 до 36 человек в минуту [7].

Выводы по 3 разделу. Техническое оснащение для решения природных катаклизмов и пожароопасных ситуаций играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности спасательных работ.

Многофункциональная пожарная техника позволяет эффективно бороться с различными видами чрезвычайных ситуаций, а также улучшает координацию действий спасателей.

Однако необходимо учитывать, что разработка и производство многофункциональной пожарной техники требует значительных финансовых затрат и высоких технических навыков. Поэтому важно продолжать инвестировать в исследования и разработки в этой области, чтобы обеспечить безопасность людей и минимизировать ущерб от природных катастроф и пожаров.

Современные технологии, применяемые при тушении пожаров в гарнизоне пожарной охраны, имеют огромное значение для эффективного и безопасного тушения пожаров. С учетом постоянного развития технологий и появления новых методов и средств тушения пожаров, исследование в этой области является крайне актуальным [22].

Установка современных комплексов противопожарной защиты значительно повышает эффективность работы пожарно-спасательных команд. Оптимальное функционирование защитных систем достигается путем интеграции автоматизированных элементов безопасности и слаженных действий спасательных подразделений в единый оперативный комплекс.

Высотные здания требуют комплексных решений пожарной безопасности через многоуровневый контроль автоматизированных систем. Разработка сложных управляющих алгоритмов охватывает механизмы пожаротушения, сигнализационные комплексы, схемы эвакуации персонала, вентиляционные системы и дымоудаление. Внедрение передовых технологий защиты позволяет максимально обезопасить людей и сохранить материальные ценности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Несанкционированные срабатывания пожарных извещателей создают серьезные риски безопасности, нарушая штатный режим работы объектов защиты и провоцируя панические настроения среди персонала. Ошибочно считать, что проблема ложных срабатываний характерна только для нашей страны. Весь мир через это прошел [11]. Внедрение современных и надежных автоматизированных комплексов существенно повышает достоверность сигналов тревоги, минимизируя экономические потери от активации систем пожаротушения при отсутствии реальной угрозы возгорания.

Масштабность торговых площадей в сочетании с нестандартными архитектурными решениями создает дополнительные препятствия при локализации возгораний и организации безопасной эвакуации посетителей. Разветвленная система коммуникаций, а зачастую несанкционированные



перепланировки помещений существенно затрудняют оперативную работу спасательных бригад.

Многофункциональный комплекс автоматической противопожарной защиты выступает надежным гарантом безопасности, предоставляя широкие информационные возможности для мониторинга и управления. Слаженное функционирование противопожарных систем совместно с инженерным оборудованием, согласно установленным алгоритмам, минимизирует риски возникновения опасных ситуаций и предупреждает развитие критических сценариев на объекте.

Комплексное исследование методологии борьбы с лесными пожарами включает тщательный анализ существующих разработок по управлению спасательными формированиями. Модернизация тактического потенциала пожарных расчетов Новокузнецкого муниципального района требует внедрения инновационных технологий пожаротушения в систему охраны лесных массивов.

Возникновение пожара вызывает необходимость оперативной мобилизации значительных сил спасательных подразделений, направленных преимущественно на эвакуацию людей из зоны бедствия. Модернизированная система пожаротушения позволяет персоналу учреждения самостоятельно и наиболее успешно проводить эвакуационные мероприятия до прибытия пожарных расчетов, минимизируя время распространения возгорания по объекту.

Актуальные требования пожарной безопасности в данный момент времени определяют необходимость внедрения автоматизированных систем пожаротушения нового поколения.

Действующий технический регламент пожарной безопасности регламентирует максимальные временные рамки прибытия пожарных расчетов к очагу возгорания, составляющие десять минут для городской черты и двадцать минут для сельских территорий. Масштабы разрушительных

последствий пожара за указанный период могут достигать катастрофических размеров. Грамотный подход к проектированию противопожарных систем, включающий точный расчет характеристик защитного оборудования и профессиональный монтаж установок, гарантирует своевременную локализацию возгорания либо полную нейтрализацию пламени при минимальных рисках для находящихся в помещении людей.

Таким образом, инновации в противопожарной безопасности представляют собой многогранное и динамичное направление, требующее участие специалистов различных областей.

Важность их развития невозможно переоценить, ведь от этого зависит не только защита имущества, но и, в первую очередь, сохранность человеческих жизней [12].

## Список используемых источников

1. Беляков, Г. И. Пожарная безопасность: учебное пособие для вузов / Г. И. Беляков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 282 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17042-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537038> (дата обращения: 15.11.2024).

2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для среднего профессионального образования / С. В. Белов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 638 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16455-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544897> (дата обращения: 15.11.2024).

3. БПЛА, математические модели систем стабилизации и электромагнитная стойкость: монография / В.А. Крамарь, А.Н. Володин, Е.В. Евтушенко [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 180 с. — (Научная мысль). — ISBN 978-5-16-015841-9. — Текст: электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1974374> (дата обращения: 15.11.2024).

4. Бурдина М. Г. Оценка и расчет пожарных рисков // Мировая наука. 2022. №2 (59). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-raschet-pozharnyh-riskov> (дата обращения: 15.11.2024).

5. Вищекин Максим Вадимович, Дымов Сергей Михайлович, Русанов Дмитрий Юрьевич, Васильев Никита Александрович Программа ЭВМ для самостоятельного выбора средств спасения с высоты // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2021. №3 (9). [электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programma-evm-dlya-samostoyatel'nogo-vybora-sredstva-spaseniya-s-vysoty> (дата обращения: 15.11.2024).

6. Дробышева Г.Н., Лобко Г.Г., Николаева Е.Ю., Катаргин А.Н. Научная литература в области пожарной безопасности. [электронный ресурс].

<https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnaya-literatura-v-oblasti-pozharnoy-bezopasnosti-i-kvartal-2024-goda-aktualnoe> (дата обращения: 15.11.2024).

7. Демин А. П. Спасательный рукав - в правила пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2005. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spasatelnyy-rukav-v-pravila-pozharnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 15.11.2024).

8. Деева Анна Сергеевна, Аксенов Сергей Геннадьевич К вопросу о применении беспилотных пожарных летательных аппаратов (БПЛА или дронов) в ЧС // E-Scio. 2022. №12 (75). [электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-primenenii-bespilotnyh-pozharnyh-letatelnyh-apparatov-bpla-ili-dronov-v-chrezvychaynyh-situatsiyah> (дата обращения: 15.11.2024).

9. Дертев Ф. Д. Особенности автоматических систем противопожарной защиты промышленных предприятий // Вестник науки. 2024. №10 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-avtomaticheskikh-sistem-protivopozharnoy-zaschity-promyshlennyh-predpriyatij> (дата обращения: 15.11.2024).

10. Зарубин О.А. Применение нейронных сетей для целей анализа данных дистанционного зондирования Земли // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/08/70887> (дата обращения: 05.11.2024).

11. Зайцев А. Ложные срабатывания в свете требований СП 484.1311500.2020 и ГОСТ Р 59638–2021. [электронный ресурс] <https://www.secuteck.ru/articles/lozhnye-srabytyvaniya-v-svete-trebovanij-sp-484-1311500-2020-i-gost-r-59638-2021> (дата обращения 17.11.2024).

12. Инновации в противопожарной безопасности – новые технологии и методы защиты. [Электронный ресурс]: <https://hanston.ru/press-centr/innovacii-v-protivopozharnoj-bezopasnosti-novye-tehnologii-i-metody-zaschity> (дата обращения: 15.11.2024).

13. Копылов Н. П., Пивоваров В. В., Пронин Д. Г. Обеспечение безопасности людей в жилых зданиях повышенной этажности // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-lyudey-v-zhilyh-zdaniyah-povyshennoy-etazhnosti> (дата обращения: 15.11.2024).

14. Корольченко Д. А., Громовой В. Ю., Ворогушин О. О. Применение тонкораспыленной воды для тушения пожаров в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. 2011. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tonkoraspylennoy-vody-dlya-tusheniya-pozharov-v-vysotnyh-zdaniyah-1> (дата обращения: 15.11.2024).

15. Ким М. Л., Костеренко В. Н., Певзнер Л. Д., Мещеряков Р. В., Концевой А. С. Система автоматического управления траекторным движением шахтного беспилотного летательного аппарата // Горная промышленность. 2019. №3 (145). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-avtomaticheskogo-upravleniya-traektornym-dvizheniem-shahtnogo-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-1> (дата обращения: 15.11.2024).

16. Климов А.Г. Компания Пергам. Летающий кроулер. [электронный ресурс]: <https://flyability.ru/> (дата обращения 17.11.2024).

17. Ксенофонтов Вадим Валерьевич Нейронные сети // Проблемы науки. 2020. №11 (59). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-1> (дата обращения: 15.11.2024).

18. Кашевник Б. Л. Точки для крепления спасательного снаряжения — апробированные средства спасения с высоты // Пожаровзрывобезопасность. 2004. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tochki-dlya-krepleniya-spasatel'nogo-snaryazheniya-aprobirovannye-sredstva-spaseniya-s-vysoty> (дата обращения: 15.11.2024).

19. Казанцев Семён Григорьевич Анализ применения ручных пожарных тепловизоров // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №2 (47).

[электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-ruchnyh-pozharnyh-teplovizorov> (дата обращения: 15.11.2024).

20. Морозова, В. С. Анализ статистики пожаров, произошедших на промышленных предприятиях на территории Российской Федерации / В. С. Морозова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 12 (511). — С. 42-44. — URL: <https://moluch.ru/archive/511/112221/> (дата обращения: 15.11.2024).

21. Махмудова Шахноза Абдувалиевна, Шафиева Виолетта Ренатовна Анализ возможностей беспилотных летательных аппаратов при транспорте газа // Universum: технические науки. 2023. №9-2 (114). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnostey-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-pri-transporte-gaza-v-uzbekistane> (дата обращения: 15.11.2024).

22. Никитин, А. В. Современные технологии, применяемые при тушении пожаров в гарнизоне пожарной охраны г. Томска / А. В. Никитин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 7 (506). — С. 254-261. — URL: <https://moluch.ru/archive/506/111381/> (дата обращения: 15.11.2024).

23. Официальный сайт Департамента по ЧС Кузбаса URL: <https://xn--42-jlc8bk9a.xn--p1ai/> (дата обращения: 15.11.2024).

24. Официальный сайт газеты «Комсомольская правда». <https://www.kuban.kp.ru/online/news/5513645/> (дата обращения: 15.11.2024).

25. Оксана Геннадиевна Дьяконова К вопросу о понятии технологий искусственного интеллекта // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. 2024. №3 (116). URL: [электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-ponyatii-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 15.11.2024).

26. Принятие решений в области пожарной безопасности в г. Новокузнецке Кемеровской области – Кузбассе на основе анализа противопожарного состояния. Сборник статей «Актуальные вопросы в

современной науке». Пенза 2024г. 328 стр. <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2024/02/MK-1940.pdf>

27. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/) (дата обращения: 15.02.2024).

28. Петрович Дмитрий, Семенов Роман, Левин Евгений Применение искусственного интеллекта в пожарной безопасности [электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/covremennye-trebovaniya-po-protivopozharnoy-zaschite-mnogokvartirnyh-zhilyh-zdaniy-s-primeneniem-konstruktsiy-iz-perekrestnokleenoy> (дата обращения: 15.11.2024).

29. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации» (утв. ФГБУ ВНИИПО МЧС России от 29.03.2022). [электронный ресурс]: <https://legalacts.ru/doc/porjadok-primeneniya-penoobrazovatelei-dlja-tusheniya-pozharov-rekomendatsii-2-e-izdanie/> (дата обращения: 15.11.2024).

30. Приказ МЧС России от 16.10.2017г. №444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охран, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.[электронный ресурс]: [https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-16102017-n-444/boevoi-ustav-podrazdelenii-pozharnoi-okhrany/ii/boevye-deistviia-po-tusheniiu-pozharov\\_1/spasenie-liudei/](https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-16102017-n-444/boevoi-ustav-podrazdelenii-pozharnoi-okhrany/ii/boevye-deistviia-po-tusheniiu-pozharov_1/spasenie-liudei/) (дата обращения: 15.11.2024).

31. Радченко Александр Дмитриевич, Андреев Дмитрий Максимович Чакмин Иван Алексеевич, Богданова Вероника Александровна ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. 2021. №1. [электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromobil> (дата обращения: 15.11.2024).

32. Статья компании АО «СТ-Авто» Использование мобильного комплекса для тушения пожара. [электронный ресурс]: <https://stavto.ru/articles/ispolzovanie-mobilnogo-kompleksa-dlya-tusheniya-pozhara/> (дата обращения: 17.11.2024).

33. Статья в Российской онлайн-энциклопедии Рувик. Интернет вещей. [электронный ресурс]: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/> (дата обращения 17.11.2024).

34. Статья журнала Fireman Модульное пожаротушение: типы установок и систем. [электронный ресурс]: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ustanovki-i-sistemy-modulnogo-pozharotushenie-gazovoe-poroshkovoe-pennoe-vodyanoe/?ysclid=m38pppgk1936548227> (дата обращения 17.11.2024).

35. Статья Прессцентра ГУ МЧС России по Курганской области «Не только водой и пеной». [электронный ресурс]: <https://45.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4008052> (дата обращения 17.11.2024).

36. Статья в газете Портал про город «Новое в обучении по пожарной безопасности: современные инновации и технологии». [электронный ресурс]: <https://pg21.ru/novoe-v-obuchenii-po-pozharной-bezopasnosti> (дата обращения 17.11.2024).

37. Сущеня Р. В., Кокаев А. Э. Нейронные сети и их классификация. Основные виды нейронных сетей // Вестник науки. 2023. №8 (65). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-i-ih-klassifikatsiya-osnovnye-vidy-neyronnyh-setey> (дата обращения: 15.11.2024).

38. Статья компании Ресурс. Тепловизоры [электронный ресурс]: [https://gkresurs.ru/info/articles/2021/teplovizory\\_dlya\\_pozharnykh\\_tik/](https://gkresurs.ru/info/articles/2021/teplovizory_dlya_pozharnykh_tik/). (дата обращения: 17.11.2024).

39. С. П. Калмыков, В. М. Есин Время обнаружения очага пожара // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №11. [электронный ресурс]: URL:



<https://cyberleninka.ru/article/n/vremya-obnaruzheniya-ochaga-pozhara> (дата обращения: 15.11.2024).

40. Тяглов С. Г., Шевелева А. В. Влияние санкционной политики на эколого ориентированное развитие предприятий нефтегазового комплекса Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2016. №7 (430). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sanktsionnoy-politiki-na-ekologo-orientirovannoe-razvitie-predpriyatij-neftegazovogo-kompleksa-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 15.11.2024).

41. Трушкин Д. В., Корольченко А. Я. Анализ причин гибели людей на пожаре в торговом центре // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichin-gibeli-lyudey-na-pozhare-v-torgovom-tsentre> (дата обращения: 15.11.2024).

42. Трещев К. Р. Применение спринклерных и дренчерных систем пожаротушения на предприятиях агропромышленного комплекса // Научный журнал молодых ученых. 2017. №1 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sprinklernyh-i-drenchernyh-sistem-pozharotusheniya-na-predpriyatiyah-agropromyshlennogo-kompleksa> (дата обращения: 15.11.2024).

43. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования [Электронный ресурс]. ГОСТ 12.3.046-91 ССБТ. Дата введения 1993.01.0./[https://www.flamax.ru/upload/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20P\\_12.3.046-91.pdf](https://www.flamax.ru/upload/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20P_12.3.046-91.pdf). (дата обращения 17.11.2024).

44. Федеральный закон от 21.12.1994г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (последняя редакция) [электронный ресурс]: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения 15.11.2024).

45. Черненко Данил Алексеевич, Дурбажева Вера Сергеевна, Руководитель Буданов Борис Владимирович Современные средства спасения с высоты // StudNet. 2021. №5. [электронный ресурс]: URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sredstva-spaseniya-s-vysoty> (дата обращения: 15.11.2024).

46. Черняева Н. В. Разработка информационной технологии оценки технико-экономической полезности изобретения // Перспективы развития информационных технологий. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-informatsionnoy-tehnologii-otsenki-tehniko-ekonomicheskoy-poleznosti-izobreteniya> (дата обращения: 15.11.2024).

47. Darley FireHUD BioTrac». Device Getting Started [электронный ресурс]: <https://www.manualslib.com/manual/2331118/Darley-Firehud-Biotrac-Device.html> (дата обращения 17.11.2024).

48. Information site Education-and-Research [электронный ресурс]: <https://www.nfpa.org/Education-and-Research/Wildfire/Firewise-USA> (дата обращения 17.11.2024).

49. Flyability cloud [электронный ресурс]: <https://www.flyability.com/> (дата обращения 17.11.2024).

50. Journal Business Insider Fire drones Aerial [электронный ресурс]: <https://www.businessinsider.com/aerial-firefighting-drones-2018-4> (дата обращения 17.11.2024).

51. Online newspaper Fire Rescue [электронный ресурс]: [https://www.firerescue1.com./](https://www.firerescue1.com/) (дата обращения 17.11.2024).