

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность(профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Причины пожаров и взрывов и их основные поражающие факторы.  
Средства пожаротушения, используемые на объекте»

Студент

С.С. Зиньковский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

доцент, И.В. Дерябин

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

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	6
Перечень обозначений и сокращений.....	7
1 Анализ возможных причины пожаров и взрывов.....	8
1.1 Теоретический обзор причин пожаров, взрывов и их основных поражающих факторов.....	8
1.2 Статистический обзор о причинах пожаров в России и мире.....	18
1.3 Подбор мероприятий по профилактике и предотвращению пожаров на объектах.....	20
2 Исследование и реализация систем пожаротушения, используемых на объекте.....	24
2.1 Способы и средства функционирования системы организации тушения пожаров на объекте.....	24
2.2 Показатели оценки функционирования и эффективности в работе средств пожаротушения.....	38
3 Опытнo-экспериментальная апробация средств пожаротушения, используемых на объекте.....	49
3.1 Инновационный огнетушитель первичного пожаротушения.....	49
3.2 Процедуры, разработанные для системы обеспечения пожарной безопасности.....	55
3.3 Средства защиты, включающие систему аварийной сигнализации....	61
3.4 Процедуры, разработанные для системы обеспечения пожарной безопасности.....	69
3.5 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	74
Заключение .....	79
Список используемых источников.....	80

## Введение

Ежегодно в мире происходят пожары, которые уносят сотни тысяч человеческих жизней, невосполнимый ущерб окружающей среде, а также значительные материальные потери. Явления пожара в нашей жизни полностью избежать нельзя, но можно корректировать обстоятельства, предшествующие процессу горения. Это прогнозирование и предотвращение пожаров путем внедрения комплексного подхода по обеспечению техносферной безопасности. Конкретно, это соблюдение норм, правил и требований ПБ, грамотно разработанная и функционирующая система ПБ на объектах городской инфраструктуры и другие мероприятия превентивного характера. Для более детального раскрытия темы обеспечения ПБ, предотвращения пожаров и создания условий по безопасному проведению различных технологических процессов, необходимо обратиться к раскрытию факторов, инициирующих горение.

Актуальность исследования рассматриваемой темы подтверждается следующими фактами:

- явление пожара одно из самых частых видов ныне известных техногенных ЧС в России;
- вследствие расширения техносферного пространства, роста числа промышленных предприятий и других объектов, возрастает риск возникновения пожароопасных ситуаций;
- при возникновении пожаров в зданиях и сооружениях существует высокая вероятность гибели людей вследствие опасных его факторов.

Тема диссертации: «Причины пожаров и взрывов и их основные поражающие факторы. Средства пожаротушения, используемые на объекте».

Объектом исследования в диссертации является система обеспечения пожарной безопасности на объекте.

Предметом исследования являются практические способы обеспечения пожарной безопасности на объекте.

Целью диссертационной работы является разработка методов обеспечения ПБ на объекте путем исследования причин пожаров.

Для достижения данной цели следует решить следующие задачи исследования:

- выявить основные причины пожаров и взрывов на объектах;
- определить основные и вторичные поражающие факторы от пожаров и взрывов;
- провести обзор существующих и применяемых средствах пожаротушения на объекте;
- предложить к внедрению средства пожаротушения на рассматриваемом производственном объекте.

Для решения указанных задач были использованы следующие методы исследования: теоретический, библиографический, системный анализ, анализ и синтез, расчетный, статистический.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- подробное обобщение причин пожаров и взрывов, определение взаимосвязи между двумя схожими явлениями.
- разработка методов выбора тех или иных средств пожаротушения для объектов различной функциональной и конструктивной особенности;
- предложение новых патентных изобретений в области пожаротушения на объектах.

Практическая значимость работы заключается в возможности обеспечить объекты современными средствами пожаротушения, исходя из требований норм ПБ настоящего законодательства, а также экономической политики объекта по экономии материальных ресурсов.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- данными нормативных источников актуализированной редакции действующего законодательства РФ;
- прямым цитированием основных положений и общих требований регламента ПБ, устанавливающего основные критерии и правила ПБ в зданиях и сооружениях;
- существующими методами и принципами в области ПБ, используемых инженерами и руководителями организаций и объектов, которые непосредственно несут ответственность за безопасное пребывание людей на территории вверенных им объектов, сведениями методических рекомендаций.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.

На защиту выносятся:

- выявленные основные причины пожаров и взрывов на производственных объектах;
- конкретизированные основные и вторичные поражающие факторы от пожаров и взрывов;
- подбор средств пожаротушения на производственном объекте;
- предложены к внедрению средства пожаротушения на рассматриваемом производственном объекте.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 8 рисунков, 8 таблиц, список используемых источников (49 источников). Основной текст работы изложен на 83 страницах.

## Термины и определения

«Взрыв – быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов» [26].

«Взрывопожароопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью возникновения взрыва и развития пожара или возникновения пожара и последующего взрыва» [26].

«Объект защиты – продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре» [26].

«Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу» [21].

«Пожар – неконтролируемое горение, которое может повлечь или повлекло за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, а также материальные потери» [45].

«Пожарная безопасность – состояние защищенности людей, окружающей среды и материальных ценностей от пожаров, включающее теоретические основы регламентирующих документов РФ, а также техническую систему профилактики и тушения пожаров» [26].

«Система противопожарной защиты – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию)» [22].

## Перечень сокращений и обозначений

АСР – аварийно-спасательные работы

ГАСИ – гидравлический аварийно-спасательный инструмент

ГПС – генератор пены средней кратности

ГСМ – горюче-смазочный материал

ИПР – извещатель пожарный ручной

ОТ – охрана труда

ПБ – пожарная безопасность

ПК – пожарный кран

ПО – пожарная охрана

ПНС – пожарно-насосная станция

ПСЧ – пожарно-спасательная часть

ТБ – техника безопасности

ЧС – чрезвычайная ситуация.

## **1 Анализ возможных причин пожаров и взрывов**

### **1.1 Теоретический обзор причин пожаров, взрывов и их основных поражающих факторов**

Пожарная безопасность – стратегическая задача в обеспечении национальной безопасности страны. Высокий уровень ПБ – это критерий, показывающий уровень жизни общества, а также неотъемлемая часть социально-экономического развития страны.

«Наиболее важной и очевидной проблемой пожарной безопасности, подлежащей разрешению, наряду с повышением эффективности действий подразделений пожарной охраны различных видов, является также повышение эффективности превентивных противопожарных мероприятий и мер, принимаемых гражданами и собственниками для охраны имущества от пожара. Правильная и своевременная работа в этом направлении должна иметь важный социально-экономический эффект в виде добровольного и всестороннего соблюдения требований пожарной безопасности как лично гражданами, так и предприятиями, учреждениями и организациями в рамках служебной или общественной деятельности» [4].

Для того, чтобы обеспечить нормальное функционирование в сфере ПБ, необходимо, прежде всего, начинать с информационной обеспеченности и изученности причин пожаров и взрывов. Во-первых, это высокий уровень обучения, как часть национального менталитета. Всё начинается с малого, в современном мире необходимо изменять старые привычки, обратить внимание на сохранение окружающей среды и обеспечение пожарной безопасности. В целях обеспечения ПБ сформулированы и регламентированы определённые условия организационного, социального и материально-технического характера, которые и формируют систему требования ПБ.

В данном вопросе особую роль занимают руководящие лица организаций, подразделений, органов управления, которые задают и



формирую политику организации в области ПБ. Руководители подразделений и организаций должны разрабатывать и реализовывать меры ПБ таким образом, чтобы практика применения была реальна, а не только существовала на бумаге.

Основными первопричинами пожаров, а в дальнейшем и взрывов являются: человеческий или производственный факторы.

Конкретно, это:

а) умышленное нанесение ущерба здоровью или имуществу путем поджога;

б) неисправность технологического оборудования или нарушение технологических процессов производства:

1) нарушение в конструкциях оборудования (заводской брак) или нарушение объемно-планировочных решений и проектировочных норм и требований;

2) нарушение технологического режима эксплуатации оборудования;

3) проведение огневых работ (отогрев труб или двигателей);

4) проведение электрогазосварочных работ;

5) неисправность систем обеспечения пожаробезопасной работы, систем охлаждения, вентиляции;

6) деформация отдельных элементов конструкции оборудования вследствие механических воздействий;

7) нарушение технического обслуживания оборудования работниками предприятия;

в) нарушение устройства электрооборудования и эксплуатации электрических приборов:

8) нарушение правил монтажа;

9) нарушение правил эксплуатации (превышение срока использования, перегруз сети);

- 10) нарушение в конструкции электрооборудования, заводской брак;
  - 11) неправильный выбор средств электрозащиты при использовании;
  - 12) нарушение правил ПБ при эксплуатации;
  - 13) короткое замыкание электропроводки (разность фаз или потенциалов, не предусмотренные в эксплуатации безопасного нормируемого режима);
  - 14) нарушение технологической конструкции автомобилей (неправильная установка сигнализации, аудиоподготовки);
- г) Нарушение правил при эксплуатации печей или печного (газового) оборудования:
- 15) неправильное устройство конструкции печи;
  - 16) перекаливание элементов устройства печи;
  - 17) неисправность конструкции дымовой трубы;
  - 18) наличие в конструкции печного оборудования горючих отделочных материалов;
  - 19) нарушение правил ПБ при эксплуатации печей;
  - 20) применение горючих материалов и жидкостей в качестве ГСМ;
- д) Неосторожное обращение с огнем:
- 21) детская шалость;
  - 22) сжигание мусора, травы;
  - 23) неосторожность при курении;
  - 24) нарушение правил ПБ при приготовлении пищи;
  - 25) прочие причины (непогашенная свеча, оставленные источники открытого огня);
  - 26) нарушение правил эксплуатации с устройствами с пожароопасными ГСМ (керосиновые лампы, бензиновые двигатели).

е) иные причины различной природы (происходящие гораздо реже, чем вышеописанные):

27) разряды статического электричества;

28) разряды природного характера;

29) самовозгорание веществ (торфяники, фосфор, карбид кальция, натрий);

30) нарушение правил ПБ при использовании пиротехнических изделий.

Выше описаны группы причин пожаров (по природе происхождения), которые поделены на более узкоспециализированные группы.

«Причины пожаров и взрывов – это совокупность условий, способствующих возникновению горения:

- образование горючей среды (наличие концентрированного горючего вещества и окислителя);
- образование взрывоопасности среды (наличие газообразных горючего вещества и окислителя или взрывчатого вещества);
- образование в горючей или взрывоопасной среде или внесение в эти среды действующего источника зажигания» [34].

Взрывы происходят за счет высвобождения химической энергии (главным образом взрывчатых веществ), внутриядерной энергии (ядерный взрыв), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли и др.), энергии сжатых газов (при превышении давления предела прочности сосуда – баллона, трубопровода и пр.) [34].

Основными поражающими факторами пожара являются:

- непосредственное действие огня на горящий предмет;
- дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет облучения.

«В результате происходит сгорание объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя. Уничтожаются все элементы зданий и

конструкций, выполненных и сгораемых материалов, действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и др. конструктивных деталей сооружения. Кирпичные стены и столбы деформируются. В кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500-6000°С наблюдается его расслоение трещинами и разрушение материала. При пожарах полностью или частично уничтожаются или выходят из строя технологическое оборудование и транспортные средства. Гибнут домашние и с/х животные. Гибнут или получают ожоги люди» [37].

Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ [12].

Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, применяемая для тушения пожара.

«Основными поражающими факторами взрывов являются:

- воздушная ударная волна, возникающая при ядерных взрывах, взрывах детонирующих и инициирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывов резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;
- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов» [34].

Основными параметрами поражающих факторов являются:

- воздушной ударной волны - избыточное давление в ее фронте;
- осколочного поля - количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета.

Вследствие явления взрыва характерно частичное или полное разрушение зданий, сооружений, или их элементов, мгновенная гибель людей или нанесение тяжкого вреда здоровью людям и окружающей среде. Явление взрыва носит мгновенный характер. Вторичными факторами взрыва являются прежде всего, обломки конструкций или частей твердых материалов, которые разлетаясь с большой скоростью наносят вред. Также зачастую это обрушение

конструкций, а затем и нарушение целостности здания, опасность нахождения под завалами людей. Кроме того, вторично после явления взрыва могут возникать пожары, нарушения инженерных сетей и коммуникаций, последовательно возникающие взрывы уже другой природы.

Пожалуй, основная опасность пожара заключается в его дымообразующей способности. При горении кислород превращается в углекислый или угарный газ в зависимости от концентрации воздушной среды, объема помещения и характера горючей загрузки. Находясь в помещении с угарным газом (монооксид углерода, токсичный газ), человек теряет сознание в течение 2-3 вдохов, а умирает после 3-й минуты. Его называют «тихим убийцей», вследствие отсутствия запаха и цвета. Попадая в кровь через дыхательные пути, молекулы угарного газа связываются с гемоглобином. Нарушается дыхание, работа головного мозга и сердца.

Также опасным фактором пожара является дым. Это отсутствие видимости при пожаре, поскольку дымовая взвесь представляет собой концентрацию пылевых частиц. Также это вдыхание токсичных веществ, которые также приводят к летальному исходу на 5-7-й минуте пребывания в горящем помещении. Свыше 70% случаев гибель людей (в том числе и сотрудников ПО) при пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения (дымом), остальная статистика – это пламя, искры, ожоги и прочее.

В дыму человек поддается панике, теряет ориентацию, эвакуация затрудняется.

«В составе дымовых газов в зависимости от рода сгораемых материалов могут быть пары серной, соляной, сернистой и других кислот, серного и сернистого ангидрида, фтористого водорода, кремния и др. При неполном сгорании тканей (особенно шерстяных), кожи, волос образуются резко пахнущие альдегиды и кетоны. При этом возможно образование цианистых соединений и серосодержащих газов. При неполном сгорании древесины образуется уголь (твердое вещество), метиловый спит, уксусная кислота, ацетон, деготь, оксид и диоксид углерода, метан и другие углеводороды (газы).

Содержание паров синильной кислоты в количестве 0,01% является опасным для жизни, 0,027% – вызывает смерть. Опасными факторами пожара являются обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания, сооружения и их разлетающиеся части» [38].

Опасный фактор пожара – возможность взрыва тех или иных горючих веществ и образование взрывной волны, вызывающей разрушение конструкций и поражение человека [8].

Основными поражающими факторами пожара являются:

- непосредственное действие огня на горящий предмет;
- дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет облучения.

«В результате происходит сгорание объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя. Уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненных из сгораемых материалов, действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и др. конструктивных деталей сооружения. Кирпичные стены и столбы деформируются. В кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500-6000 С наблюдается его расслоение трещинами и разрушение материала. При пожарах полностью или частично уничтожаются или выходят из строя технологическое оборудование и транспортные средства. Гибнут домашние и с/х животные. Гибнут или получают ожоги люди. Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, применяемая для тушения пожара» [36].

Основными поражающими факторами взрывов являются:

- воздушная ударная волна, возникающая при ядерных взрывах, взрывах детонирующих и инициирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывов резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;

- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов.

Основными параметрами поражающих факторов являются:

- воздушной ударной волны – избыточное давление в ее фронте;
- осколочного поля – количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета [9].

«Процесс горения – сложное, быстрое протекающее химическое взаимодействие горючих веществ с окислителем, сопровождающееся выделением большого количества тепла и ярким свечением(пламенем). Для возникновения горения требуется наличие горючего вещества. Окислителя и источника загорания. Горение прекращается при нарушении какого-либо из указанных условий. Наиболее распространенный окислитель –кислород воздуха. Окислителями являются также хлор, фтор, бром, оксиды азота и т.д. Вспышкой называется мгновенное сгорание паров, газов, пыли и других веществ, не сопровождающееся образованием сжатых газов. Температура вспышки – самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но для последующего горения скорость их образования недостаточна. Возгорание — это возникновение горения под воздействием источника зажигания. При появлении пламени процесс возгорания переходит в воспламенение. Минимальная температура, при которой возникает и продолжается горение, называется температурой воспламенения. Самовоспламенение — процесс воспламенения твердых тел, жидких и газообразных веществ, нагретых внешним источником тепла без соприкосновения с открытым огнем до определенной температуры самовоспламенения» [34].

Самовозгорание – это процесс резкого возрастания скорости экзотермических реакций, выделения теплоты, приводящий к горению горючих смесей в отсутствие источника зажигания.

«Горение твёрдых веществ – к этой категории относится дерево, текстиль, резина и так далее. Когда подобное вещество достигает своей точки возгорания, оно разлагается на химические элементы, часть из которых соединяется с кислородом и воспламеняется. Горение жидких веществ – к этой категории относятся такие горючие жидкости как бензин, соляр, алкоголь, смола и так далее» [34].

«Горение, связанное с электротоком – любой пожар, в котором электричество играет активную или пассивную роль. Горение газов - к этой категории относятся все горючие газы: водород, ацетилен и т.д. Горючие газы в определённых смесях способны привести к взрыву. Горение лёгких металлов - к этой категории относятся такие металлы как магний, литий и алюминий, а также их сплавов» [34].

## **1.2 Статистический обзор о причинах пожаров в России и мире**

Причины, параметры и последствия возгораний нужно изучать, чтобы сокращать риски новых чрезвычайных ситуаций. Для этого ведется статистика пожаров в каждом государстве по отдельности, и в мире.

«Недавно к ним присоединилась американская ассоциация NFPA. Это объединение изучает и систематизирует полную информацию о пожарах, ущербов от ЧС, и разрабатывает системы пожарной безопасности. В России это направление отдано в компетенции ВНИИПО. Это подразделение ГПС собирает данные по стране, и отдельным регионам» [25].

Пожарная статистика ведется, чтобы получить полную количественную информацию для оценки угроз и уровня противопожарной защиты на объектах различного назначения, в климатических и природных зонах, в конкретных населенных пунктах. Эти сведения разрешают МЧС рационально планировать работу [15].

«Информация собирается по таким параметрам:

- когда и где произошло возгорание;



- какой ущерб был причинен пожаром: прямой и косвенный;
- количество пострадавших и погибших людей;
- тип возгораний;
- причины и частота происшествий» [25].

Исследования произошедших пожаров разрешает анализировать действия частей пожарных на ЧС, правильность выбранной тактики, адекватность законодательных актов и другие аспекты. Так выполняется корректировка стратегий, технологий, подходов при ликвидации пожаров и количество пожарных в России [20].

Жилые дома – наиболее пожароопасные объекты, здесь происходит более 70% от общего числа пожаров.

Производственные возгорания – это немногим более 3%.

ТРЦ, гостиницы и другие объекты торговли – немного отстают от производств, их процент – 2,8.

Сельскохозяйственные объекты – также отличаются повышенной опасностью, их число достигает 2,3%.

Административные учреждения становятся местом возгораний в 1,7% случаев.

Объекты строительства и склады становятся очагами пожаров в 1,3 % и 0,4% случаев соответственно [14].

«Статистика пожаров по странам, включая Российскую Федерацию, сообщает, что наиболее распространенными причинами пожаров являются:

- нарушение правил монтажа электрической проводки и оборудования, а также не соблюдения требований эксплуатации;
- утечки газа и неправильная эксплуатация газового оборудования;
- нарушение технологических процессов, в которых используются легковоспламеняющиеся вещества;
- курение» [25].

«Мировая статистика по пожарам дает актуальную информацию для многих отраслей. В первую очередь это относится к строительству, поскольку здания и сооружения возводятся повсеместно. В этой сфере требования и методики, как российские, так и международные, разрабатываются с учетом статистических данных:

- создана классификация объектов по пожарной безопасности и типам производства;
- разработана система огнестойкости материалов с рекомендациями по объектам разной специфики;
- разработка проектов промышленных сооружений ведется, исходя из технологических процессов, используемого сырья, количества сотрудников;
- проектирование инфраструктуры осуществляется с учетом пожарных нагрузок;
- выполняется планировка зданий и помещений с учетом безопасности, включая возможность эвакуации людей» [25].

Изучение статистических данных о пожарах, а также причинах пожаров и взрывов позволяет прогнозировать ряд превентивных мероприятий в области обеспечения ПБ, а также сформулировать ряд требований и направлений деятельности по дальнейшему изучению процесса пожара.

### **1.3 Подбор мероприятий по профилактике и предотвращению пожаров на объектах**

Для предупреждения пожаров на предприятии должны проводиться следующие мероприятия:

- организационные;
- эксплуатационные;
- технические;

– режимные.

«К организационным мероприятиям относятся обучение работающих пожарной безопасности, проведение инструктажей, лекций, бесед, создание добровольных пожарных дружин, изготовление и применение средств наглядной агитации и пропаганды и др. Эксплуатационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию (осмотры, ремонты, испытания) машин, оборудования, транспортных средств, а также правильное содержание зданий и сооружений. К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий и сооружений, устройстве отопления, освещения, вентиляции, размещении оборудования и т. п. К мероприятиям режимного характера относится установление порядка безопасного производства сварочных и других огневых работ в пожароопасных зонах, мест для курения и т. п» [7].

«В соответствии со ст. 14 Закона РБ «О пожарной безопасности» пожарная безопасность обеспечивается приведением объектов в такое состояние, при котором исключается возможность возникновения пожара либо обеспечивается защита людей и материальных ценностей от пожара. В соответствии с СТБ 11.0.02-95. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие термины и определения» пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями» [7].

Предотвращение пожара должно достигаться предотвращением образования горючей среды и (или внесения в нее) источников зажигания.

«Противопожарная защита людей и материальных ценностей должна достигаться применением одного из следующих способов или их комбинаций: применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники:

– применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения; применением основных строительных конструкций и

материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций с нормированными показателями пожарной опасности;

– применением пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов); устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;

– организацией с помощью технических средств своевременного оповещения и эвакуации людей;

– применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;

– применением средств противодымной защиты» [7].

Ограничение распространения пожара должно достигаться применением одного из следующих способов или их комбинаций: устройством противопожарных преград;

– установлением предельно допустимых площадей противопожарных отсеков и секций, а также этажности зданий и сооружений, но не более определенных нормативами; устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций;

– применением средств, предотвращающих или ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре; применением огнепреграждающих устройств и оборудования» [7].

Мероприятия по профилактике в области обеспечения ПБ на производственном объекте:

– проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций;

– обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной

ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети);

– внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару;

– обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов, позволяющих пользоваться при нештатной ситуации (указатели эвакуации, экстренные телефоны, действия);

– проверка плана замечаний, выявленных в ходе проверки органов надзорной деятельности, устранение замечаний согласно плану;

– наличие и комплектование первичных средств пожаротушения, исправных пожарных кранов и средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения;

– проветривание помещений и вентиляция от примеси газовой среды, возникающих при технологическом процессе химического производства;

– совместное проведение тренировок и учений со службами пожарной охраны, жизнеобеспечения и администрации города.

Выводы к разделу 1

Анализ возможных причин пожаров и взрывов показал, что:

– основными причинами пожаров являются неосторожное обращение с огнем (халатность или небрежность поступков в быту или производственной деятельности при наличии источников зажигания или горючих веществ), короткое замыкание или аварийная работа систем электрооборудования (это длительная эксплуатация технических устройств, превышающая срок выработки согласно нормам положенности или техническим условиям);

- объектами пожаров согласно статистическим данным чаще всего становятся жилые дома, поскольку человек большую часть времени проводит дома;
- снижение пожаров по направлению анализа причин возможно путем выработки жестких мер и ограничений со стороны органов законодательной и исполнительной власти при выявлении нарушителей ПБ в быту и на производстве;
- основными причинами взрывов являются нарушение технологического процесса производства или какой-либо производственной деятельности, представляющую пожаровзрывоопасность;
- взрыв, как правило, явление вторичное, природа его связана с процессом пожара или высвобождения энергии различной природы, образованием статического электричества;
- объектами взрывов являются чаще всего производственные здания, где в технологическом процессе обращаются АХОВ, ЛВЖ, ГЖ, вещества, представляющие опасность взрыва;
- статистические данные о количестве и характере происходящих пожаров показывают, что чаще всего пожары происходят в жилых зданиях, но резонанс (критерии отнесения к крупному пожару, ЧС – количество погибших, пострадавших, материальный ущерб) представляют пожары в зданиях с массовым пребыванием людей, а также на предприятиях или объектах производственной сферы;
- эффективность мероприятий по снижению пожаров заключается в выполнении многозадачности и комплексном подходе к проблеме, то есть должны быть задействованы все ресурсы (кадровые, материальные, временные, технические) на различных уровнях подчинения в организации или в условиях общества при внедрении организационных, технических и эксплуатационных методах обеспечения безопасности;

- проработка проблемы обеспечения пожарной безопасности, защиты людей и окружающей среды от пожаров и взрывов должна осуществляться методом внедрения многолетнего опыта практического использования средств противопожарной защиты с помощью объектов интеллектуальной собственности и современных методов защиты и борьбы с пожарами;
- большое количество пожаров происходят по сценарию слабой защищенности объектов по направлению противопожарной защиты (малый бюджет на содержание инженеров ПБ, средств противопожарной автоматики);
- проблема возникновения пожаров зачастую заключается в том, что к вопросу обеспечения ПБ в быту и на производстве большое внимание уделяется информационной и документативной базе без должного практического опыта в действиях, предотвращающих процесс горения («принцип домино», «все начинается с малого»).

## **2 Исследование и реализация систем пожаротушения, используемых на объекте**

### **2.1 Способы и средства функционирования системы организации тушения пожаров на объекте**

Объект ЗАО «Мягкая кровля» расположен на территории Советского района г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1. Занимает территорию 20,5 Га, из которой под застройкой 10,84 Га, коэффициент застройки 48,3%. Расстояние до ближайшего пожарного подразделения (4 пожарная часть) составляет 2,5 км. Въезд на территорию через центральные ворота КПП.

Объект предназначен для выпуска кровельных изделий и картона.

Производство: рубероид РКП-350, РКК-400, РКП-У - аналог рубемаста, битумная бумага, пергамин, производится современный полимерно-битумный материал – «Армокров» (аналог «Изопласта», «Термофлекса», «Рубитекса») на основе стеклоткани и стеклохолстов.

Территория объекта застроена производственными, складскими, служебно-бытовыми, административно-бытовыми, зданиями 1 и 2 этажей различной степени огнестойкости СО II, СОIII, СОIV. На территории находятся также неэксплуатируемые здания (котельная, административное здание).

Основным сырьем является битум, кровельный картон, тальк, асбогаль, целлофановая плёнка, масла.

На ЗАО «Мягкая кровля» одновременное пребывание достигает 90 человек. Внутризаводские дороги в основном асфальтированы с шириной проезжей части от 4 до 6 метров, содержатся в удовлетворительном состоянии.

Связь с городом через коммутатор АТС объекта. Для целей наружного пожаротушения имеется три ввода с диаметром водопровода 300 мм, пожарно-



хозяйственный водопровод, на котором установлено 11 пожарных гидрантов.

Границы блока вход:

- сливное устройство автоцистерны-битумовоза;

выход:

- запорная арматура на линии подачи битума из сливной приёмной ванны в ёмкости БХ-1,2,3,4 (краны К5, К6);
- запорная арматура на линии подачи битума из сливной приёмной ванны в конверторный участок (краны К7).

Основные факторы опасности:

- наличие в блоке №1 большого количества горючей жидкости – битума – 44,6 т, находящейся в сливной приёмной ванне и трубопроводах;
- трубопроводы работают под давлением;
- возможность образования источника зажигания;
- возможное воздействие поражающих факторов аварий других блоков;
- транспортирование пожароопасных веществ (битума);
- наличие периодического процесса (слив из автоцистерн-битумовозов) создаёт дополнительную опасность пролива;
- сливная приёмная ванна и трубопроводы работают при высокой температуре (100÷180°С).

Сведения об опасном веществе, используемом в блоке №1 склада полупродуктов мазута и битума приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения об опасных веществах

Наименование опасного вещества	Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека
Битум (сырьё для производства кровельных битумов)	Является малоопасным веществом и по степени воздействия на организм человека относится к IV классу опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 с изменениями от 01.02.2002. ПДК в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м <sup>3</sup> . Пары обладают умеренно раздражающим действием на кожу, слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей
Индивидуальные средства защиты: БОП, СИЗОД, фильтрующие противогазы марки БКФ, А.В.Е.К., спецодежда, обувь, рукавицы, защитные очки	

Границы блока 2 блока №2 – битумохранилища.

Вход:

- запорная арматура на линии подачи битума из приёмной ёмкости (краны К5, К6).

Выход:

- запорная арматура на линии подачи битума из битумохранилищ БХ-1-4 в насосную (краны К21, К23);
- запорная арматура на линии подачи битума из битумохранилища БХ-4 в конверторное отделение (кран К25);

Основные факторы опасности:

- наличие в блоке большого количества горючей жидкости – битума
- 3149 т., находящейся в битумохранилищах и трубопроводах;
- трубопроводы работают под давлением;
- возможность образования источника зажигания;
- возможное воздействие поражающих факторов аварий других блоков;
- ёмкость и трубопроводы работают при высокой температуре (80÷100°С).

Спецификация технологического оборудования блока №2 склада полупродуктов мазута и битума ЗАО «Мягкая кровля» представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Спецификация технологического оборудования

Наименование оборудования	Номер позиции по схеме, индекс	Кол-во шт.	Техническая характеристика
Битумохранилище БХ-1	БХ-1	1	V = 450м <sup>3</sup> ; D = 9 м; h= 7,2 м; T = 80÷90°С
Битумохранилище БХ-2	БХ-2	1	V = 450м <sup>3</sup> ; D = 9 м; h= 7,2 м; T = 80÷90°С
Битумохранилище БХ-3	БХ-3	1	V = 450м <sup>3</sup> ; D = 9 м; h= 7,2 м; T = 80÷90°С
Битумохранилище БХ-4	БХ-4	1	V = 2000м <sup>3</sup> ; D = 15,18 м; h= 12 м; T = 80÷90°С
Насос	Н4	1	P=0,59 МПа; Q=500 л/мин; N=1 кВт; T=180°С Тип ДС-125А
Насос	Н7	1	P=0,59 МПа; Q=500 л/мин; N=1 кВт; T=180°С Тип ДС-125А

Основные факторы опасности блока 3 Блока №3 – насосной станции:

- наличие в блоке горючей жидкости: битума в количестве 0,14 т., находящейся в трубопроводах (с учетом её поступления в течение 360 с. – 3,0 т.);
- трубопроводы работают под давлением;
- возможность образования источника зажигания;
- возможное воздействие поражающих факторов аварий других блоков;

– емкость и трубопроводы работают при высокой температуре (80÷100°С).

Сведения об опасном веществе, используемом в блоке №3 склада полупродуктов мазута и битума ЗАО «Мягкая кровля» приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о мазуте и битуме ЗАО «Мягкая кровля»

Наименование опасного вещества	Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека
Битум (сырьё для производства кровельных битумов)	Является малоопасным веществом и по степени воздействия на организм человека относится к IV классу опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 с изменениями от 01.02.2002. ПДК в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м <sup>3</sup> . Пары обладают умеренно раздражающим действием на кожу, слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей
Индивидуальные средства защиты: БОП, СИЗОД, фильтрующие противогазы марки БКФ, А.В.Е.К., спецодежда, обувь, перчатки, защитные очки	

Спецификация технологического оборудования блока №3 склада полупродуктов мазута и битума ЗАО «Мягкая кровля» представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Спецификация технологического оборудования

Наименование оборудования	Номер позиции по схеме, индекс	Кол-во шт.	Техническая характеристика
Насос	Н5, Н6	2	P=0,59 МПа; Q=500 л/мин; N=1 кВт; T=180°С Тип ДС-125А

Организация тушения пожара осуществляется должностными лицами подразделений пожарной охраны в установленном порядке, допущенным к руководству тушению пожара.

«Первое указание прибывшего на пожар старшего оперативного должностного лица пожарной охраны считается моментом принятия им на себя руководства тушением пожара, о чем делается запись в журнале пункта

связи гарнизона и документах оперативного штаба на месте пожара (при его создании). Принятие старшим оперативным должностным лицом пожарной охраны на себя руководства тушением пожара обязательно, если не обеспечивается управление силами и средствами на месте пожара. РТП при передаче руководства тушением пожара старшему оперативному должностному лицу пожарной охраны должен доложить ему об оперативно-тактической обстановке, сложившейся на месте пожара, а также о проведенных боевых действиях по тушению пожаров» [18].

Проведем обобщение теоретических данных по реализации действий по ТП в общем виде.

Общий алгоритм действий РТП по прибытии к месту пожара:

- сообщение о прибытии к месту пожара;
- оценка обстановки, складывающейся на момент прибытия (визуальное обследование, сбор информации от очевидцев, изучение ДППД – ПТП, КТП, если на таковой объект имеются);
- оценка информации о сложившейся обстановке (основные сведения, имеющие большое значение – наличие людей в опасной зоне, наличие АХОВ, газовых баллонов, отравляющих и подобных веществ или материалов, расположение очага пожара и пути его распространения);
- передача информации диспетчеру гарнизона, объявление ранга пожара, вызов необходимой техники и специальных служб;
- эвакуация людей на безопасное расстояние, оказание им необходимой помощи, сопровождение до медицинских автомобилей, принятие решения о необходимости установки и размещения тепловых пунктов в зимнее время;
- принятие решения о способах подачи огнетушащих веществ, прокладки рукавных линий, установке пожарной техники;

- обследование территории и объекта на наличие источников водоснабжения;
- локализация пожара имеющимися силами и средствами.

«РТП, исходя из основных условий определения решающего направления, отдает личному составу подразделения пожарной охраны следующие команды:

- на проведение подготовки к боевому разворачиванию и прокладку рукавной линии, состоящей из двух рукавов с условным проходом 50 мм, с присоединенным к ней перекрывным пожарным стволом (пеногенератором) или с помощью рукавной катушки с рукавом высокого давления [5];
- на установку ПА на водоисточники;
- на проведение проверки СИЗОД и выставление поста безопасности (при наличии СИЗОД на вооружении подразделения пожарной охраны);
- на проведение разведки пожара» [16].

По окончании проведенных вышеуказанных действий на месте пожара, диспетчеру гарнизона сообщается о ходе выполнения разведки, сведениях о составе группы разведки.

Система методов организации тушения пожаров на объекте сводится к управлению силами и средствами на месте пожара. Это основной замысел, содержащийся в научной дисциплине «Пожарная тактика». Необходимость исследования рассматриваемой темы диссертации в конкретизации и выборе целесообразных методов тушения пожара в данный момент времени при складывающейся обстановке на конкретном пожаре. Пожар – явление физико-химической природы, любой процесс возникновения пожар един в своем роде. Это объясняется рядом факторов и обстоятельств, изменяющих его характер от шаблонной стандартной модели. Прежде всего, это характеристики веществ и материалов; наличие источника зажигания, окислитель, горючее вещество;

газообмен с окружающей средой; температура внешней среды и метеорологические условия; стадия возникновения пожара.

Соответственно, подходить к процессу тушения, затратив минимальное количество времени, сил и средств, необходимо опираясь на фундаментальные принципы и способы, утвержденные документами и методическими материалами.

«Управление силами и средствами на месте пожара предусматривает:

- оценку обстановки и создание по решению РТП временно формируемого нештатного органа управления боевыми действиями по тушению пожаров на месте пожара;
- установление компетенции должностных лиц оперативного штаба на месте пожара;
- планирование проведения боевых действий по тушению пожаров, в том числе определение необходимых сил и средств подразделений пожарной охраны, принятие решений по организации проведения боевых действий по тушению пожаров;
- постановку задач участникам боевых действий по тушению пожаров, обеспечение контроля и реагирования на изменение обстановки при пожаре;
- своевременное реагирование на изменение оперативной обстановки на месте пожара;
- применение сил и средств подразделений пожарной охраны для проведения боевых действий по тушению пожаров, а также ведение документации оперативного штаба на месте пожара;
- мероприятия, направленные на обеспечение проведения боевых действий по тушению пожаров» [17].

Повышение эффективности оценки обстановки на пожаре и при ЧС, рациональном распределении ресурса между используемыми подразделениями, улучшении организации взаимодействия между

различными службами объекта возможно при анализировании информации о руководстве ТП [28].

«Непосредственное руководство проведением боевых действий по тушению пожаров на месте пожара осуществляется РТП, которым является:

- командир отделения – при работе на пожаре одного отделения;
- начальник караула – при работе на пожаре караула в составе двух и более отделений одного подразделения пожарной охраны;
- старшее должностное лицо местного (территориального) гарнизона – при работе на пожаре двух и более караулов (отделений) разных подразделений пожарной охраны;
- иное старшее должностное лицо федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [18].

Таким образом, на принципах единоначалия руководства, посредством получения допуска к ТП и с момента отдачи первого указания, всеми должностными лицами и участниками ТП выполняются беспрекословно задачи, поставленные РТП [13]. В зоне проведения боевых действий среди всех участников и личного состава подразделений служб пожарной охраны, полиции, администрации города, медицинской помощи РТП наивысший орган управления на пожаре. Следовательно, никто не имеет права отменять или менять действия находящегося на месте пожара РТП, поскольку нет человека в данный момент времени, владеющего обстановкой лучше [35].

«РТП в ходе проведения боевых действий по тушению пожаров:

- определяется зона пожара;
- устанавливаются границы территории, на которой проводятся боевые действия по тушению пожаров, порядок и особенности осуществления указанных действий;
- проводится разведка пожара, определяется его номер (ранг); определяется решающее направление на основе данных, полученных в ходе разведки пожара;



- принимается решение о спасении людей и имущества; принимается решение о привлечении при необходимости к проведению боевых действий по тушению пожаров дополнительных сил и средств, в том числе единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС;
- организуется связь на месте пожара с участниками боевых действий по тушению пожаров, сообщается диспетчеру гарнизона (подразделения пожарной охраны) об обстановке на пожаре и принятых решениях;
- принимаются решения о создании оперативного штаба на месте пожара, боевых участков (секторов проведения работ);
- устанавливается порядок управления и обеспечивается управление боевыми действиями по тушению пожаров непосредственно или через оперативный штаб на месте пожара [31];
- производится расстановка прибывающих сил и средств на месте пожара [6];
- принимаются меры по сохранению вещественных доказательств, имущества и вещной обстановки на месте пожара для последующего установления причины пожара;
- принимаются решения об использовании на пожаре газодымозащитной службы (в том числе определяется состав и порядок работы звеньев ГДЗС), а также других нештатных служб гарнизона;
- определяется сигнал отхода в случае возникновения опасности для участников боевых действий по тушению пожаров;
- обеспечивается соблюдение правил охраны труда;
- предусматривается при тушении затяжных пожаров резерв сил и средств для обеспечения успешного тушения возможного другого пожара» [42].

Если необходимо, действия РТП могут перекрывать другие в пределах зоны БД по ТП.

«РТП вправе:

- отдавать в пределах компетенции указания, обязательные для исполнения всеми должностными лицами и гражданами в пределах границ территории, на которой проводятся боевые действия по тушению пожаров;
- назначать оперативных должностных лиц при пожаре и освобождать их от выполнения обязанностей;
- получать необходимую для организации боевых действий по тушению пожаров информацию от администрации организаций и служб жизнеобеспечения;
- определять порядок убытия с места пожара подразделений пожарной охраны, а также привлеченных сил и средств;
- приостанавливать деятельность организаций, оказавшихся в зонах воздействия ОФП, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан;
- временно прекращать проведение боевых действий по тушению пожаров на одном или нескольких БУ, СПР или во всей зоне пожара при отсутствии угрозы жизни и здоровью людей и при реальной угрозе жизни участникам боевых действий по тушению пожаров, отвести участников боевых действий по тушению пожаров на безопасное расстояние (за исключением тушения пожаров силами федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы на критически важных производственных объектах, в особо важных и режимных организациях, в случае, если прекращение тушения пожара может повлечь крупные аварии, катастрофы и иные чрезвычайные ситуации, нарушение условий жизнедеятельности населения);

- предусматривать использование естественных и искусственных укрытий для личного состава, находящегося на БУ (СПР);
- назначать должностных лиц, осуществляющих контроль за изменением обстановки и поведением строительных конструкций в районе места проведения работ [29];
- определять сигналы об опасности для личного состава;
- предусматривать использование робототехнических средств для замены участников тушения пожара на опасных участках» [18].

Следующий факт-параметр организации ТП – это создание оперативного штаба на месте пожара.

«Оперативный штаб на месте пожара в обязательном порядке создается в следующих случаях:

- привлечение для проведения боевых действий по тушению пожаров сил и средств подразделений пожарной охраны по повышенному номеру (рангу) пожара (№ 2 и выше);
- организация на месте пожара трех и более БУ;
- необходимость согласования с администрацией организаций проведения боевых действий по тушению пожаров» [18].

Работой оперативного штаба на месте пожара должен руководить начальник, одновременно являющийся заместителем РТП.

«В состав оперативного штаба на месте пожара по решению РТП включается руководящий состав органов управления и подразделений пожарной охраны, который может состоять из следующих нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара:

- заместитель начальника оперативного штаба;
- начальник тыла;
- начальник контрольно-пропускного пункта ГДЗС;
- ответственный за охрану труда;
- должностные лица оперативной группы» [18].

В состав оперативного штаба на месте пожара по решению РТП могут включаться представители администрации организаций и служб жизнеобеспечения [32].

Работа оперативного штаба на месте пожара осуществляется на основе распоряжений и указаний РТП. По номеру (рангу) пожара № 1 (№ 1-«бис») РТП имеет право назначать должностных лиц без создания оперативного штаба на месте пожара.

В целях обеспечения деятельности оперативного штаба на месте пожара по управлению силами и средствами по решению РТП может привлекаться подвижный пункт управления. БУ могут создаваться по решению РТП на части территории на месте пожара в целях выполнения поставленной боевой задачи, путем сосредоточения сил и средств участников боевых действий по тушению пожара. БУ могут создаваться как по месту проведения, так и по видам проводимых боевых действий по тушению пожаров.

## **2.2 Показатели оценки функционирования и эффективности в работе средств пожаротушения**

В рамках рассматриваемой темы рассмотрим следующие средства пожаротушения:

- первичные средства пожаротушения (ПК, покрывала, пожарный инвентарь, огнетушители);
- системы АПС, АУПТ, системы автоматики, СОУЭ.

Под определением средств и систем пожаротушения, как правило, рассматривают комплекс инструментов, технических средств, оборудования, машин и техники, которые можно применить для подавления процесса горения, тушения пожара. В современном мире широкое распространение получили современные автоматические установки пожаротушения (вторичные средства пожаротушения), поскольку они обладают улучшенными характеристиками и эффективность их превышает предыдущие результаты

известных прототипов. Естественно, это объясняется тем, что наука и техника не стоит на месте, а большие обороты производственных предприятий требуют особенного внимания к безопасности действующего технологического процесса.

Профессиональное и качественное обслуживание технических средств АУПТ – это половина решения вопроса обеспечения пожарной безопасности промышленного предприятия, объекта защита. Поскольку бесперебойная работа техники АУПТ (согласно паспорту и срок службы) обеспечивает надежность и защиту от возникновения аварийных ситуаций, взрывов, пожаров и опасных его факторов, и последствий.

Средства АУПТ принято классифицировать по основному их признаку – используемого огнетушащего вещества. Как правило, в качестве ОВ применяют воду, растворы пенообразователя, газовой-аэрозольные смеси, химические составы и реагенты.

«Автоматические установки тушения пожаров, независимые от человеческого фактора, гораздо более надежны, и, хотя они требуют более дорогостоящего квалифицированного обслуживания, гораздо больше распространены; чем установки только с ручным пуском, используемыми, как правило, для защиты строительных проемов или небольших помещений, например, парильных саун/бань. Для того, чтобы системы пожаротушения были эффективными, необходимо, чтобы их проектировали, монтировали, обслуживали соответствующие специалисты, т.к. в последнее время нередки случаи заказа, приобретения оборудования модульных, блочных, автономных порошковых, аэрозольных установок, тушения тонкораспыленной водой для защиты помещений, которые по нормам необходимо защищать другими видами АУПТ» [3].

Система обеспечения пожарной безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий, которые направлены на профилактику пожаров и недопущение пожароопасных ситуаций. Прежде всего, это обучение работников объекта мерам ПБ с обязательным принятием

зачетов и практической отработкой навыков под руководством профессиональных органов (подразделений пожарной охраны, лиц органов надзорной деятельности ПО). Далее это проектирование объекта согласно нормам положенности, допустимым объемно-планировочным решениям и содержание эвакуационных путей, выходов и элементов пожарной безопасности в исправном состоянии. Третье, это соблюдение безопасности при ведении технологического процесса, то есть соблюдение всех видов ремонта оборудования, узлов и механизмов деталей процесса, наличие работоспособных средств противопожарной защиты (АПС, СОУЭ, АУПТ, ПК, ПГ, противодымной защиты). Остановимся подробно на средствах противодымной защиты. По мнению специалистов в области пожарной безопасности, это неотъемлемая часть выполнения безопасности в организации. Объясняется, это мнение тем, что при возникновении пожароопасных ситуаций помимо сохранения материальных ценностей, основной упор приходится на обеспечение безопасности людей и окружающей среды. Таким образом, обращаясь к нормативно-правовым источникам профессиональной литературы, необходимо вспомнить, что опасными факторами пожара помимо всего прочего является задымление, дым, токсичные продукты горения. Далее, обратимся к статистическим данным. Зафиксировано, что в 87% случаев смерть на пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения. Смерть в непригодной для дыхания среде возникает в течение 5-8 минут от момента начала пожара (усредненные показатели, поскольку картина пожара всегда специфична и едина в своем роде).

Под определением средств и систем пожаротушения, как правило, рассматривают комплекс инструментов, технических средств, оборудования, машин и техники, которые можно применить для подавления процесса горения, тушения пожара. В современном мире широкое распространение получили современные автоматические установки пожаротушения (вторичные средства пожаротушения), поскольку они обладают улучшенными

характеристиками и эффективностью их превышает предыдущие результаты известных прототипов. Естественно, это объясняется тем, что наука и техника не стоит на месте, а большие обороты производственных предприятий требуют особенного внимания к безопасности действующего технологического процесса.

«Вторичные, или автоматические средства пожаротушения представляют собой централизованные и модульные системы, обеспечивающие пожарную безопасность во всем здании или отдельно взятых участках. Для защиты одной или двух комнат от пожара бывает экономически невыгодно производить масштабные работы с прокладкой трубопроводов и выделением отдельного помещения для хранения огнетушащего вещества, поэтому модульные установки пользуются большим спросом. Помимо автоматических существуют также ручные, автоматизированные и автономные установки пожаротушения. Проектирование автоматических установок обнаружения и тушения пожаров осуществляется согласно [11]. Это комплексная задача, включающая учет таких факторов как объем и герметичность помещений, время присутствия людей на объекте, наличие и характеристики применяемого оборудования, и т.д. На основании всех вводных данных определяются параметры системы: количество установок, фактический расход огнетушащих средств и их оптимальный состав, место размещения автономных модулей или выходных отверстий трубопроводов и многое другое» [30].

Профессиональное и качественное обслуживание технических средств АУПТ – это половина решения вопроса обеспечения пожарной безопасности промышленного предприятия, объекта защиты. Поскольку бесперебойная работа техники АУПТ (согласно паспорту и срок службы) обеспечивает надежность и защиту от возникновения аварийных ситуаций, взрывов, пожаров и опасных его факторов, и последствий.

Средства АУПТ принято классифицировать по основному их признаку – используемого огнетушащего вещества. Как правило, в качестве ОВ

применяют воду, растворы пенообразователя, газовой-аэрозольные смеси, химические составы и реагенты.

«Основными способами прекращения горения веществ и материалов являются:

- охлаждение зоны горения огнетушащими веществами или посредством перемешивания горючего;
- разбавление горючего или окислителя (воздуха) огнетушащими веществами;
- изоляция горючего от зоны горения или окислителя огнетушащими веществами и (или) иными средствами;
- химическое торможение реакции горения огнетушащими веществами» [19].

Очевидно и понятно, что самым распространённым огнетушащим веществом, который используют как первично, так и вторично (в области ПБ и пожаротушения) – вода. Способ прекращения горения – охлаждение горящего вещества, очага пожара и реагирующих веществ.

Водяные установки пожаротушения применяют чаще других вследствие высокой надёжности средства тушения, а также общей доступности и относительной недорогой стоимости ОВ. Кроме того, это безопасное использование как для людей, так и для окружающей среды. Это особенно актуально, например, когда тушение происходит на больших промышленных площадях, где так или иначе пребывает большое количество персонала объекта и средство тушения может проникать за его территорию. По способу подачи ОВ, водяные АУПТ разделяют на дренчерные и спринклерные.

«Дренчерные установки оснащаются оросителями, подающими воду на большую площадь. Ввиду того, что вода может нанести не меньший вред, чем огонь, такие установки не используются на складах и других объектах, где есть риск порчи материальных ценностей. Спринклерные установки отличаются более высокой точностью, поскольку срабатывают только непосредственно над очагом возгорания, а не во всем помещении сразу» [33].



Система подачи воды в виде тонкого распыления одна из самых эффективных и широко применяемых, поскольку образуемый водяной туман охватывает большую площадь горения, охлаждает зону горения на первоначальных стадиях возникновения и способствует его прекращению.

Достоинства применения водяных АУПТ:

- простота и надежность;
- недорогая стоимость огнетушащего вещества;
- высокое качество тушения;
- безопасность использования для людей и элементов окружающей среды;
- возможность быстрого восстановления при срабатывании.

Недостатки водяных АУПТ:

- сложность в прекращении подачи огнетушащего вещества;
- необходимость в прокладке трубопровода;
- повреждение материальных ценностей при выпуске ОВ;
- невозможность применения при тушении или наличии электрооборудования;
- применимость только при положительных температурах воздуха.

Следующий вид рассматриваемых АУПТ – пенные. Способ прекращения горения – изоляция горящего вещества от реагирующих веществ. Пенные АУПТ можно использовать для тушения электрооборудования, нефтепродуктов, ЛВЖ, ГЖ, ГСМ, автотранспорта, производственного оборудования. Это немаловажно, поскольку выше рассматриваемые вещества и материалы невозможно потушить водой, а ситуация только усугубится.

Достоинства пенных АУПТ:

- снижение расхода количества используемой воды;
- широта применения огнетушащего вещества;
- применение при объемном тушении;

- низкая электропроводимость;
- простота в удалении ОВ после пожара.

Недостатки применения АУПТ:

- применимость только при положительных температурах воздуха;
- необходимость утилизации ОВ, что дополнительно требует финансовых затрат;
- сравнительно с водой дорогостоящее ОВ.

Следующий вид АУПТ – порошковые.

«Следующим этапом в развитии технологий пожаротушения после использования воды и пены стало создание порошковых огнетушителей и систем пожаротушения. Как и прочие системы, они могут быть как автономными, так и централизованными. Классификация таких систем основывается на применяемых способах тушения пожаров порошковыми огнетушащими средствами» [39].

Порошковое автоматическое пожаротушение может создавать плотное облако по всему пространству, объему помещения. Также возможно техническое исполнение в виде поверхностного тушения. Это применимо и активно используется при необходимости защиты от пожара локальной части пространства, определенных вещей и оборудования.

«И, наконец, системы локального порошкового пожаротушения, которые нацелены на защиту определенного участка на территории помещения ввиду высокой пожарной опасности или риска утраты материальных ценностей. Это может быть отсек хранения готовой продукции или размещения технологического оборудования на складе, в цеху или т.п. помещениях. Порошковое пожаротушение может применяться для ликвидации возгораний электроники, а также многих других объектов, материалов и веществ» [34].

Достоинства порошковых АУПТ:

- снижение расхода количества используемой воды;

- широта применения огнетушащего вещества;
- применение при объемном тушении;
- низкая электропроводимость;
- простота в удалении ОВ после пожара.

Недостатки применения АУПТ:

- применимость только при положительных температурах воздуха;
- необходимость утилизации ОВ, что дополнительно требует финансовых затрат;
- сравнительно с водой дорогостоящее ОВ.

«К недостаткам такого метода относятся:

- невозможность его применения в помещениях с постоянным пребыванием людей (порошок крайне токсичен);
- высокие риски порчи имущества (порошок вступает в реакцию со многими материалами, оставляет следы);
- необходимость длительной уборки после срабатывания систем (мелкие частицы порошка очень трудно достать из щелей и удалить со всех затронутых поверхностей)» [34].

На рисунке 1 приведен анализ АУПТ, используемых в том числе и на производственных объектах.

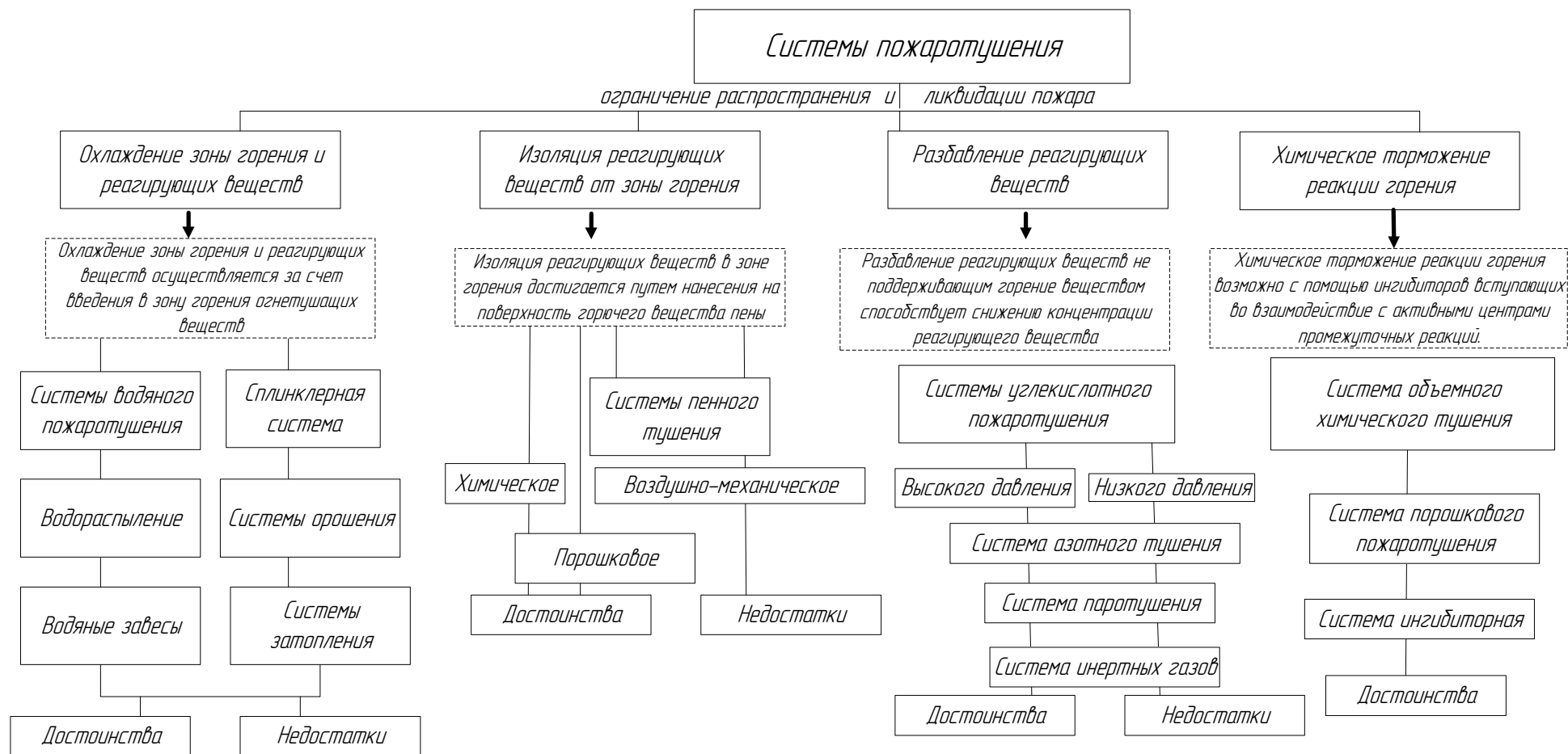


Рисунок 1 - Анализ АУПТ, используемых в том числе и на производственных объектах

«Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно» [1].

Система обеспечения пожарной безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий, которые направлены на профилактику пожаров и недопущение пожароопасных ситуаций. Прежде всего, это обучение работников объекта мерам ПБ с обязательным принятием зачетов и практической отработкой навыков под руководством профессиональных органов (подразделений пожарной охраны, лиц органов надзорной деятельности ПО). Далее это проектирование объекта согласно нормам пожарной безопасности, допустимым объемно-планировочным решениям и содержание эвакуационных путей, выходов и элементов пожарной безопасности в исправном состоянии. Третье, это соблюдение безопасности при ведении технологического процесса, то есть соблюдение всех видов ремонта оборудования, узлов и механизмов деталей процесса, наличие работоспособных средств противопожарной защиты (АПС, СОУЭ, АУПТ, ПК, ПГ, противодымной защиты). Остановимся подробно на средствах противодымной защиты. По мнению специалистов в области пожарной безопасности, это неотъемлемая часть выполнения безопасности в организации. Объясняется, это мнение тем, что при возникновении пожароопасных ситуаций помимо сохранения материальных ценностей, основной упор приходится на обеспечение безопасности людей и

окружающей среды. Таким образом, обращаясь к нормативно-правовым источникам профессиональной литературы, необходимо вспомнить, что опасными факторами пожара помимо всего прочего является задымление, дым, токсичные продукты горения. Далее, обратимся к статистическим данным. Зафиксировано, что в 87% случаев смерть на пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения. Смерть в непригодной для дыхания среде возникает в течение 5-8 минут от момента начала пожара (усредненные показатели, поскольку картина пожара всегда специфична и едина в своем роде).

#### Выводы к разделу 2

Было проведено исследование и реализация систем пожаротушения, используемых на объекте ЗАО «Мягкая кровля» по адресу г. о. Самара, ул. Белгородская 1. Назначение объекта – производственный процесс, связанный с выпуском кровельных изделий и картона. Территория объекта застроена производственными, складскими, служебно-бытовыми, административно-бытовыми, зданиями 1 и 2 этажей различной степени огнестойкости СО II, СОIII, СОIV. Основным сырьем является битум, кровельный картон, тальк, асбогаль, целлофановая плёнка, масла.

Основные факторы опасности возникновения пожара, взрыва – это наличие ЛВЖ: битума в больших количествах 0,14 т, находящейся в трубопроводах (с учетом её поступления в течение 360 с. – 3,0 т.), также это трубопроводы, работающие под давлением.

#### Достоинства применения АУПТ:

- эффективность и надежность применения огнетушащего вещества при возникновении пожара;
- высокое качество тушения;
- безопасность использования для людей и элементов окружающей среды;
- возможность быстрого восстановления при срабатывании.

### **3 Опытнo-экспериментальная апробация средств пожаротушения, используемых на объекте**

#### **3.1 Инновационный огнетушитель первичного пожаротушения**

Огнетушители, как средства первичного пожаротушения, по статистике наиболее часто применяются во время возникновения пожара. Эффективность их применения очевидна, поэтому целесообразно рассмотреть для внедрения на объекте современные изобретения рассматриваемой категории. Наиболее часто применяют водные, пенные или порошковые огнетушители. Они могут быть как устройства переносного типа, так и полустационарного (ввиду большого размера, массы). Порошковые и водные огнетушители широко используются вследствие массовой применимости к тушению пожаров различных классов. Кроме того, они просты в применении и изготовлении, имеют простую конструкцию исполнения, а также очевидна простота в их транспортировке и хранении.

Тем не менее, огнетушащие вещества могут вторично негативно оказывать влияние на здоровье человека или окружающую среду. Рассеиваясь в воздухе, частицы порошка могут токсично оказывать влияние на здоровье человека, попадать в почву или водную акваторию, загрязняя их. Также к недостаткам все же следует отнести то, что их нельзя применить при тушении электрооборудования. Это опасно, прежде всего, воздействием электрического тока на человека, а также тем, что оборудование полностью приходит в негодность.

На рисунке 2 изображена конструктивная схема предлагаемого к внедрению усовершенствованного огнетушителя для первичного пожаротушения.

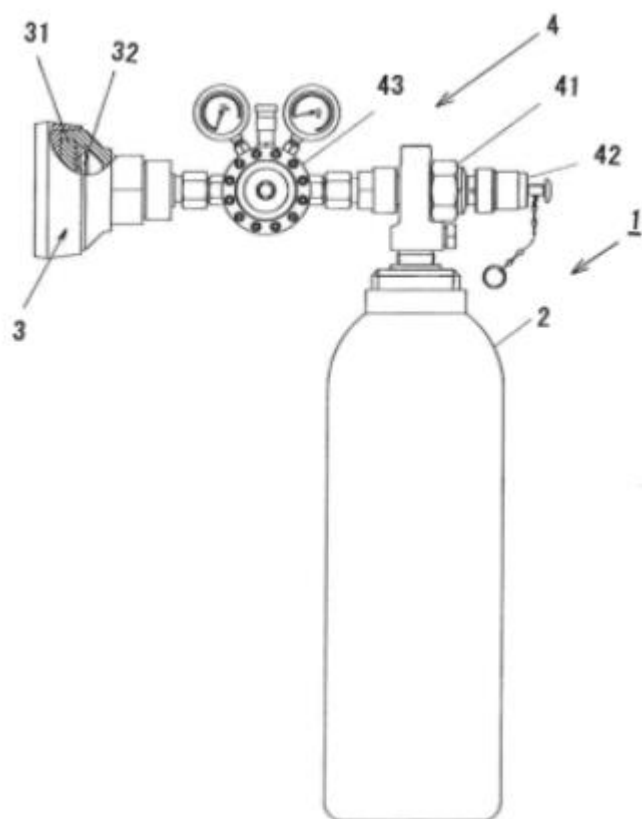


Рисунок 2 – Схема предлагаемого устройства огнетушителя

«Изобретение относится к переносному огнетушителю, приспособленному для первичного пожаротушения. В качестве огнетушащего вещества в огнетушителе (1) используется инертный газ, не ограничивающий подлежащий пожаротушению объект и способ использования из-за токсического действия на организм человека, позволяя при этом легко поддерживать необходимую для обеспечения эффекта пожаротушения концентрацию огнетушащего вещества. Огнетушитель содержит портативный контейнер (2) для хранения огнетушащего вещества, соединенный с распылительной головкой (3) для выпуска огнетушащего вещества на подлежащий пожаротушению объект, при этом в контейнере хранится газообразный азот, а в распылительной головке (3) на пути потока огнетушащего вещества установлен металлический пористый элемент (31)» [44].



Рассматриваемое изобретения огнетушителя содержит контейнер для ОФ, распылительную головку для его подачи. Отличие изобретения – используемое огнетушащее вещество – газовая смесь. В контейнере располагают регулятор с клапаном постоянного расхода, который позволяет и уменьшать давление и регулировать расход газа. Кроме того, отличительной особенностью конструкции огнетушителя является то, что в распылительной головке располагается также пористый элемент, выполненный из металла.

«В случае применения огнетушителя переносного или полустационарного типа, использующего в качестве огнетушащего средства инертный газ, например, газообразный азот, являющийся репрезентативным веществом, представляющим инертный газ, такой огнетушитель создает проблему, заключающуюся в том, что газообразный азот имеет меньшую плотность, поэтому требуется большая концентрация огнетушащего вещества для пожаротушения по сравнению с другими газовыми огнетушащими веществами, например, двуокиси углерода, и даже когда газообразный азот выпускают возле подлежащего пожаротушению объекта, он быстро рассеивается, затрудняя его направленность на объект. Кроме того, сложно поддерживать необходимую концентрацию огнетушащего вещества, поскольку выпускаемый газообразный азот легко уносится воздушным потоком, снижая эффективность пожаротушения, в результате чего возгорание сразу же возобновляется, если существует причина образования пламени, и, следовательно, такой огнетушитель нельзя применять для практических целей» [24].

Принимая во внимание проблемы, связанные с обычными огнетушителями переносного типа или полустационарного типа, используемыми для первичного пожаротушения, задача изобретения заключается в создании огнетушителя переносного или полустационарного типа, пригодного для первичного пожаротушения, с целью обеспечения эффективного пожаротушения, используя инертные газы, и способствования поддержанию необходимой концентрации огнетушащего вещества для

пожаротушения без ограничений в отношении подлежащего тушению объекта и способа использования из-за токсического действия такого вещества на организм человека.

«Вышеуказанная задача решается в огнетушителе с по меньшей мере портативной распылительной головкой, выполненной с возможностью подачи огнетушащего вещества на подлежащий пожаротушению объект. Согласно изобретению, огнетушащее вещество является газом, подаваемым с помощью средства подачи огнетушащего вещества, при этом на участке выпуска потока огнетушащего вещества на его пути в распылительной головке установлен металлический пористый элемент. Средство подачи огнетушащего вещества содержит переносной контейнер для хранения вещества, который жестко соединен с распылительной головкой. Кроме того, средство подачи огнетушащего вещества может содержать неподвижно установленный контейнер для хранения вещества, который соединен с распылительной головкой посредством рукава. На пути потока огнетушащего вещества от средства его подачи к распылительной головке установлен регулятор, выполненный с возможностью уменьшения давления и/или регулирования расхода. Диаметр отверстия распылительной головки составляет не менее 50 мм» [48].

Распылительная головка может быть скомпонована из множества объединенных распылительных головок. Огнетушащее вещество в основном представляет собой инертный газ.

«В огнетушителе согласно изобретению, по меньшей мере, распылительная головка выполнена портативной для выпуска огнетушащего вещества на подлежащий пожаротушению объект; при этом в качестве огнетушащего вещества используется вещество газового типа, которое подают из средства подачи огнетушащего вещества; а в распылительной головке, на участке выпуска потока огнетушащего вещества, установлен металлический пористый элемент. Во время пожаротушения с использованием огнетушителя огнетушащее вещество не загрязняет окружающую среду из-за свойства

инертного газа; нет ограничений и в отношении подлежащего тушению объекта и способа использования из-за отсутствия токсического действия такого вещества на организм человека, в результате чего огнетушащее средство можно направлять непосредственно без распыления и концентрировать на подлежащем пожаротушению объекте, а так же можно легко поддерживать необходимую концентрацию пожаротушения, создавая возможность использования переносного или полустационарного огнетушителя для первичного пожаротушения, обеспечивая эффект пожаротушения» [46].

Средство подачи огнетушащего вещества состоит из контейнера для хранения огнетушащего вещества, который жестко соединен с распылительной головкой, при этом контейнер для хранения огнетушащего вещества является переносным, что позволяет удобно использовать переносной огнетушитель для первичного пожаротушения.

Что касается огнетушащего вещества, то возможно надлежащим образом использовать огнетушащее вещество газового типа, в основном состоящее из инертного газа.

«Огнетушитель, согласно изобретению, использует огнетушащее вещество, инертный газ и т.д., без ограничения объекта, подлежащего пожаротушению, и способа использования из-за токсического действия на организм человека и позволяет легко поддерживать необходимую концентрацию огнетушащего вещества для пожаротушения, тем самым, обеспечивая эффективное пожаротушение. Этот огнетушитель переносного или полустационарного типа можно использовать в качестве первичного средства пожаротушения для электрического/электронного оборудования различных типов, например, вычислительного оборудования, оборудования системы связи, оборудования информационных центров и электрического оборудования» [49].

### **3.2 Роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа**

Для повышения пожарной безопасности предлагается применить на объекте исследования роботизированный пожарный комплекс.

«Устройства пожаротушения выполнены в виде пожарных мини-роботов в потолочном исполнении. Устройство определения координат загорания установлено на стволе и соединено с блоком управления, а в блок управления введена функция по наведению ствола и пожаротушению, при этом дополнительно введены блок сопряжения с объектом и блок диагностики с регистратором, соединенные с устройством управления, и интернет-каналы удаленного доступа с маршрутизаторами, соединяющие регистратор с центральным пультом управления дежурного МЧС и компьютером ОТК завода-изготовителя, а также мобильный канал, соединяющий регистратор через устройство мобильной связи с мобильным телефоном дежурного на объекте защиты. Целью изобретения является создание роботизированного пожарного комплекса, интегрированного в систему комплексной безопасности, имеющего упрощенную систему определения координат загорания, с контролем исправности элементов комплекса, исключение влияния человеческого фактора на готовность комплекса к применению» [25].

В основу изобретения поставлена задача создания роботизированного пожарного комплекса, интегрированного в систему комплексной безопасности, имеющего упрощенную систему определения координат загорания, с контролем исправности элементов комплекса, с исключением влияния человеческого фактора на готовность комплекса к применению.

«Эта цель достигается тем, что устройства пожаротушения выполнены в виде пожарных мини-роботов в потолочном исполнении, устройство определения координат загорания установлено на стволе и соединено с блоком управления, а в блок управления введена функция по наведению ствола и пожаротушению, при этом дополнительно введены блок сопряжения с

объектом и блок диагностики с регистратором, соединенные с устройством управления, и интернет-каналы удаленного доступа с маршрутизаторами, соединяющие регистратор с центральным пультом управления дежурного МЧС и компьютером ОТК завода-изготовителя, а также мобильный канал, соединяющий регистратор через устройство мобильной связи с мобильным телефоном дежурного на объекте защиты» [25].

На рисунке 3 приведена схема роботизированного пожарного комплекса.

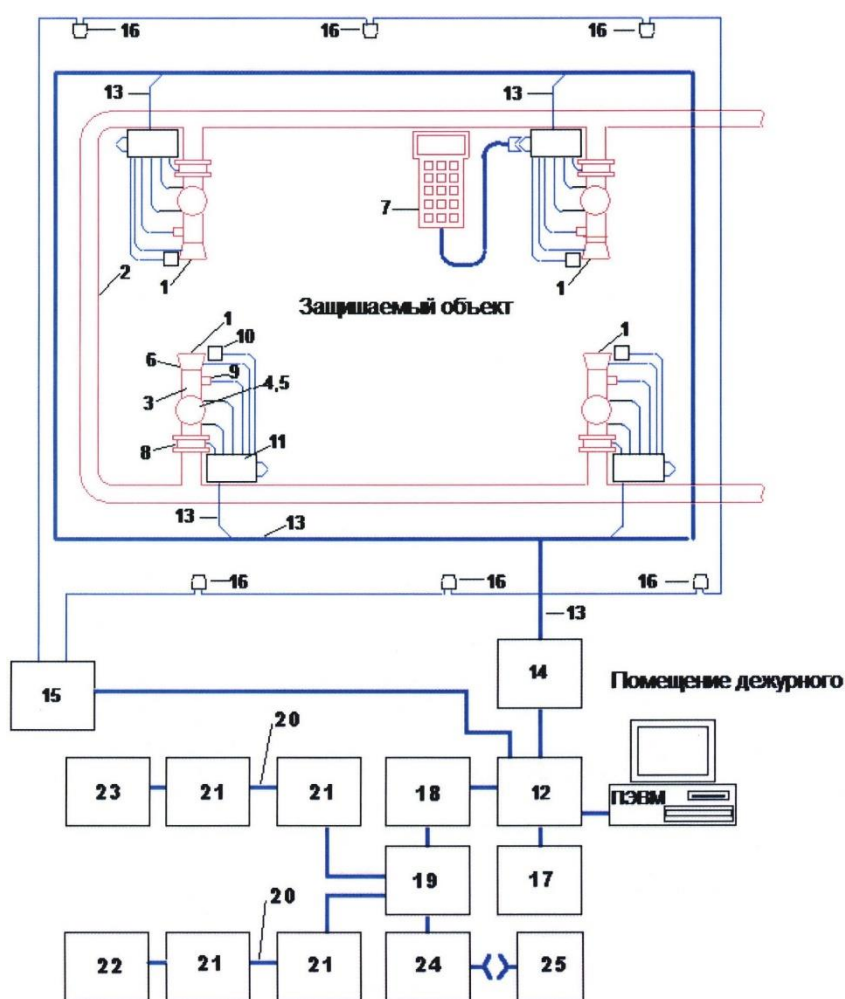


Рисунок 3 – Схема роботизированного комплекса

Предложенное техническое решение позволяет создать роботизированный пожарный комплекс, интегрированный с другими

системами безопасности объекта, имеющий высокую готовность к применению и высокий уровень контроля исправности системы как на объекте применения, так и в режиме удаленного доступа надзорными органами непосредственно по оцифрованным данным регистратора системы.

На рисунке 4 изображено устройство роботизированного пожарного комплекса.

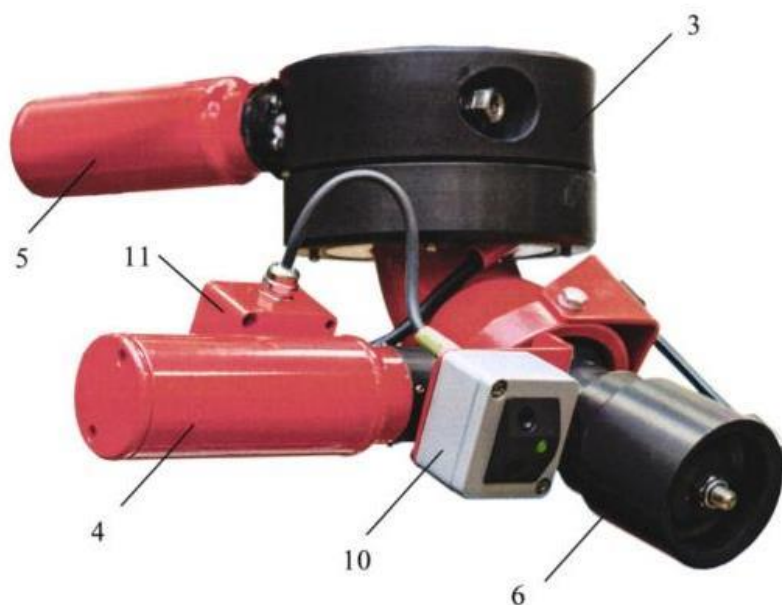


Рисунок 4 – Устройство роботизированного пожарного комплекса

«В дежурном режиме защищаемый объект находится под постоянным контролем адресных извещателей 16. РПК с заданной периодичностью тестируется по программе поиска неисправностей, заложенной в блоке диагностики 18, который задает управляющие команды в устройство управления 12 и через него на блок управления 11 ПР 1. ПР 1 отработывают заданные перемещения, включая импульсную подачу воды. Исправность устройства определения координат загорания 10 проверяется по имитатору очага загорания в контрольной точке (не показано). Все данные токовых нагрузок, давления воды поступают в блок диагностики 18, который адресно определяет отклонения параметров от установленных значений и на

мнемосхеме дисплея устройства управления 12 отражается место и характер неисправностей. Регистратором 18 фиксируются выявленные отклонения, которые направляются по мобильной связи в виде СМС-сообщений через устройство мобильной связи 24 на мобильный телефон дежурного по объекту защиты 25. Также сообщение о неисправности передается через интернет-канал удаленного доступа 20 с маршрутизаторами 21 на центральный пульт управления дежурного МЧС 22, который ставит на контроль время устранения неисправности системы безопасности объекта. При проведении пуско-наладочных работ, а также при проведении регламентных работ может быть установлена связь через интернет-канал удаленного доступа 20 и маршрутизаторы 21 с компьютером ОТК завода-изготовителя 23. При возникновении очага загорания в одной из контролируемых зон срабатывают адресные извещатели 16, и приемно-контрольное устройство 15 выдает адресный сигнал «Тревога» о зоне загорания на устройство управления 12, которое выдает управляющие сигналы по каналу связи 13 на соответствующие блоки управления 11 ПР 1, защищающих данную зону. Приводами горизонтального наведения 5 производится перемещение ствола 3 и поиск очага загорания устройством определения координат загорания 10. При обнаружении загорания и его координат блок управления 11 передает сигнал - запрос на подачу воды на устройство управления 12, которое устанавливает приоритет на тушение данному ПР 1 и отправляет подтверждающий сигнал на пожаротушение в блок управления 11» [25].

По информации о координатах загорания, выраженных в угловых значениях относительно направления ствола, блок управления 11 с помощью программного приложения устанавливает угол возвышения ствола, чтобы точка встречи баллистической траектории струи и линии прямой наводки совпадала с очагом загорания.

«Приводами вертикального и горизонтального наведения 4,5 стволы 3 наводятся на очаг загорания, после чего блок управления 11 подает команду о готовности на устройство управления 12, которое, в свою очередь, посылает

технологические команды через блок сопряжения с объектом 17 на запуск насосной, на открытие дисковых затворов 8, на отработку программ пожаротушения, на другие системы безопасности объекта для перевода их на работу при пожаре. Пожаротушение производится струйными струями с пошаговым перемещением строк и с повторением циклов. Наведение стволов на очаг загорания контролируется по баллистическим данным струи в зависимости от угла наклона и давления. Через интервалы времени устройство определения координат загорания 10 уточняет координаты распространения загорания и корректирует работу ПР 1, при отсутствии загорания тушение прекращается, и ПР 1 находится в дежурном режиме. Так как каждая точка защищаемой зоны находится в пределах досягаемости соседних ПР 1, то при отказе работающего ПР 1 устройство управления 12 его отключает и в работу вступает резервный ПР 1. С приездом пожарной команды руководитель пожара может внести коррективы в программу пожаротушения, задав с пульта управления 7 другие координаты и параметры очага загорания, изменив угол факела струи и программу тушения. В помещении дежурного на объекте состояние системы при пожаре представляется графическим отображением процессов на мнемосхеме дисплея устройства управления 12, которое также передается через интернет-канал удаленного доступа 20 с маршрутизаторами 21 на центральный пульт управления дежурного МЧС 22, который принимает оперативные решения для согласования действий с руководителем пожара и дежурным по объекту» [25].

Предложенный роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа является эффективным автоматическим и дистанционно управляемым средством борьбы с пожарами, позволяющим направить мощный поток огнетушащего вещества непосредственно на очаг загорания, обнаруженный в ранней стадии, а также высвободить человека из опасных для жизни аварийных зон.

На рисунке 5 приведена схема тушения.



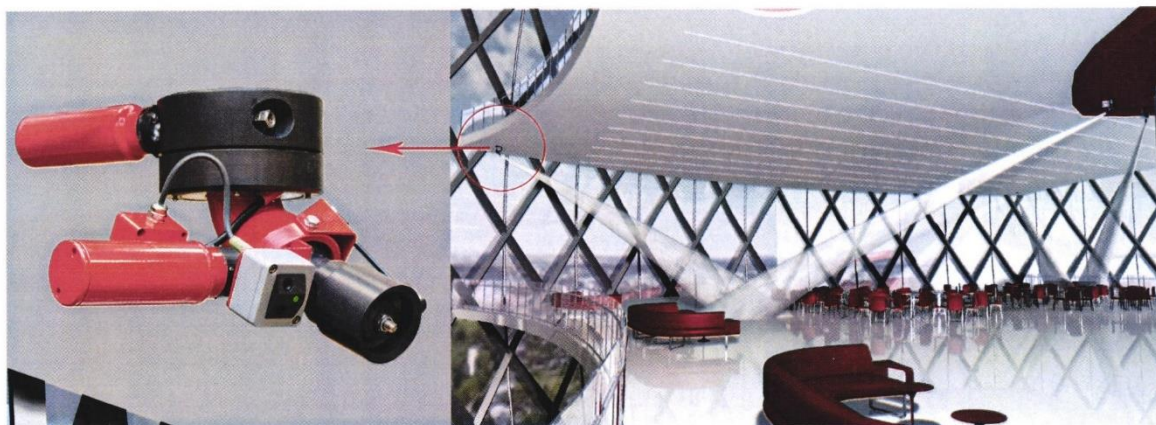


Рисунок 5 – Схема тушения

«В отличие от известных, предложенный роботизированный пожарный комплекс предназначен для выполнения комплексных задач с возможностью интеграции с другими системами безопасности, имеет высокую готовность к применению с контролем исправности элементов комплекса для исключения человеческого фактора. Эти отличительные особенности устройства позволяют кардинально решить проблемы пожарной безопасности, повысить готовность до 100% и исключить человеческий фактор, обеспечивая полный контроль системы на всех уровнях, значительно повысить эффективность тушения пожаров, уменьшить количество используемого огнетушащего вещества, а также ущерб от пожара» [25].

### **3.3 Средства защиты, включающие систему аварийной сигнализации**

На исследуемом объекте целесообразно применить средство защиты с системой аварийной сигнализации, способной обеспечить безопасность, работоспособность и удобство, а также предупреждать об опасностях, угрожающих жизни, таких как тепловой удар. Система аварийной сигнализации включает:

- датчик для определения биометрической информации пользователя средства защиты;
- средство для определения, достигает ли порогового значения биометрическая информация, которая определяется датчиком;
- средство аварийной сигнализации повышенного риска на основании команд указанного средства;
- средство передачи аварийного сигнала, когда активируется указанное средство;
- средство управления указанными средствами.

Настоящее изобретение относится к средствам защиты с системой аварийной сигнализации, способной обеспечить безопасность, работоспособность и удобство, а также предупреждения об опасностях, угрожающих жизни, таких как тепловой удар.

«Для персонала, работающего в жёстких условиях окружающей среды, контроль за их физическим состоянием во время работы является чрезвычайно важным. Например, тепловые спазмы или тепловые ожоги, которые также известны как тепловой удар, могут привести к опасностям, угрожающим жизни, когда возникают в эксплуатационных условиях и сопровождаются опасной работой. Один конкретный пример относится к деятельности пожарной охраны, пожарные обязаны носить средства защиты, такие как огнезащитные костюмы в дополнение к различным частям оборудования, такого как автоцистерна, и работать в условиях высоких температур окружающей среды вблизи пламени. Кроме того, из-за характеристик огнезащитных костюмов, тепло имеет склонность сохраняться в огнезащитных костюмах, и пожарные, таким образом, с большей вероятностью будут подвержены риску теплового удара. Кроме того, пожарные с большей вероятностью занимаются деятельностью, которая может приводить к пределу их физических возможностей. В свете вышеизложенного существует необходимость в обнаружении и извещении,

когда пожарные находятся в ситуации с высоким риском теплового удара» [26].

В результате серьезного изучения и исследования, авторы настоящего изобретения установили, что при использовании средства защиты с системой аварийной сигнализации и посредством связи между этими системами сигнализации, можно обеспечить безопасность, работоспособность и удобство, а также предупредить работника о риске теплового удара или т.п. Настоящее изобретение было завершено путём дальнейшего серьезного изучения и исследования на основе вышеуказанных данных.

На рисунке 6 приведена схема изобретения системы аварийной сигнализации.

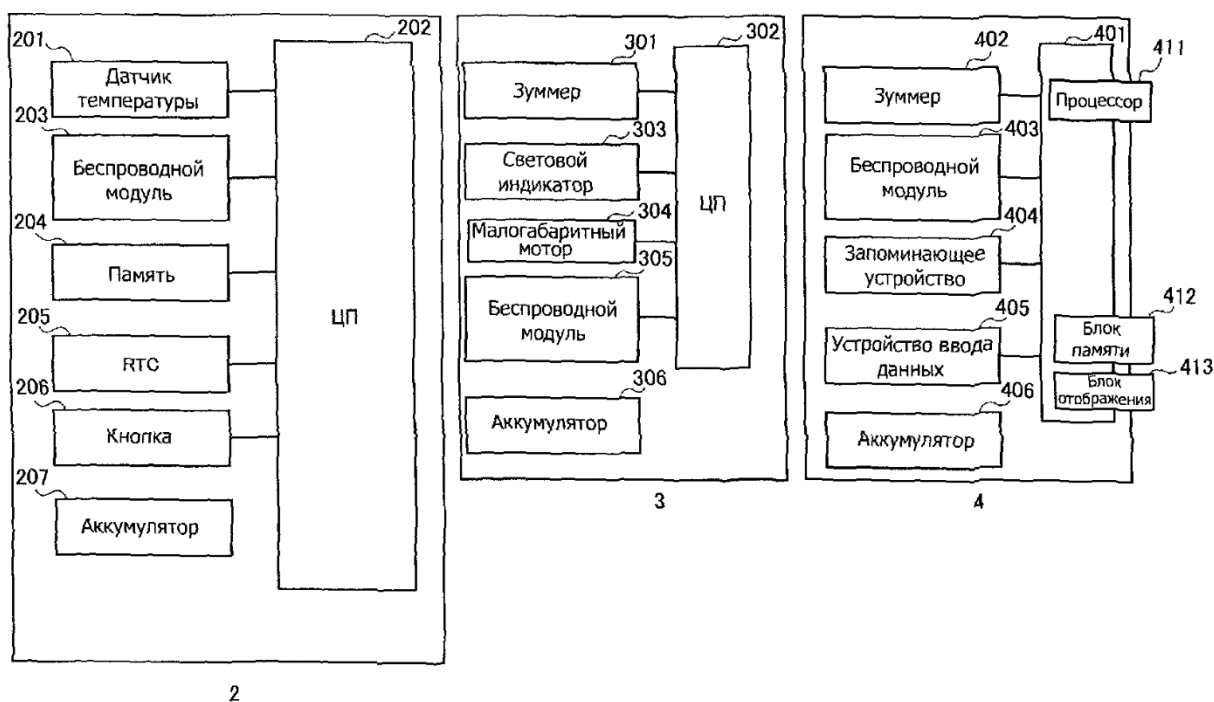


Рисунок 6 – Схема изобретения системы аварийной сигнализации

В одном аспекте настоящее изобретение предлагает средство защиты с системой сигнализации.

«Система аварийной сигнализации имеет (i) датчик для определения биометрических данных работающего в средствах защиты; (ii) средство определения достигла ли биометрическая информация определяемая

датчиком (i) порогового значения; (iii) средство аварийной сигнализации для предупреждения о повышенном риске на основании команды средства определения (ii); (iv) средство передачи для передачи сигнала тревоги, когда активируется средство аварийной сигнализации (iii); и (v) средство контроля для управления средством аварийной сигнализации (iii) и средством передачи (iv)» [27].

На рисунке 7 приведена схема раскрытия сущности изобретения.

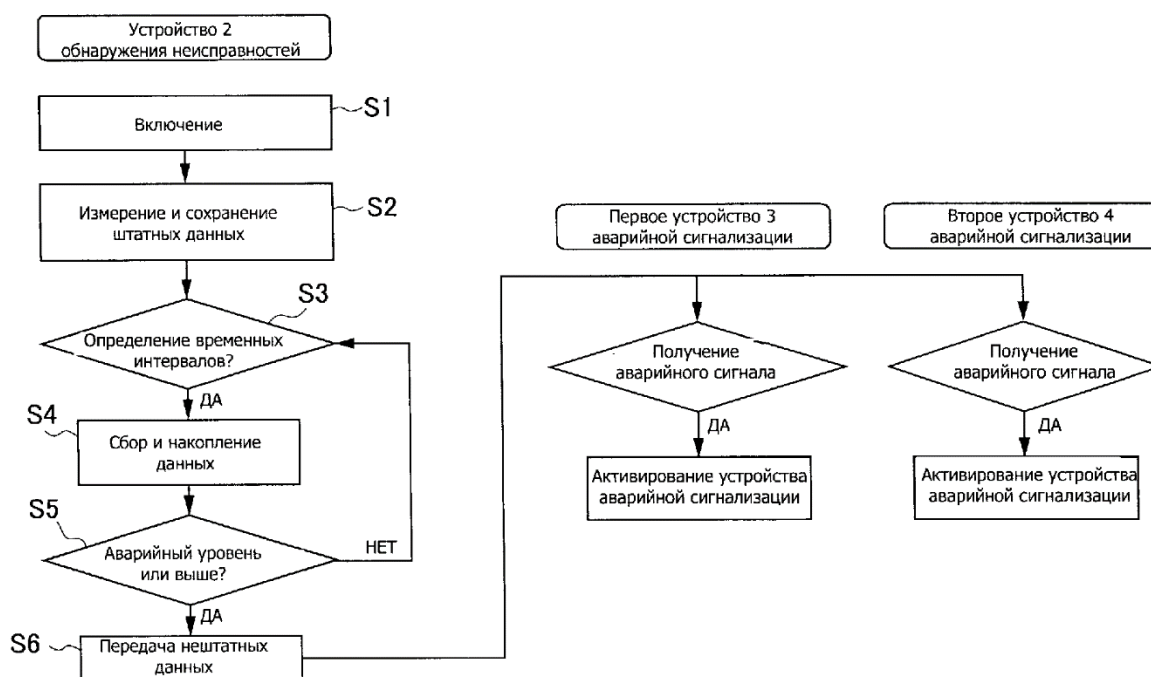


Рисунок 7 – Схема раскрытия сущности изобретения

Датчик может быть датчиком температуры для определения внутренней температуры средства защиты.

В другом аспекте настоящее изобретение обеспечивает средство защиты с системой сигнализации. Система аварийной сигнализации имеет:

- средство приёма, предназначенное для приёма аварийного сигнала, который передаётся;
- средством передачи;
- средство аварийной сигнализации;

- средство контроля для управления средством приёма и
- средством аварийной сигнализации.

«В вышеуказанных аспектах настоящего изобретения средства аварийной сигнализации (т.е. средство (iii) и/или средство (B)) могут быть звуковыми. Дополнительно может быть предусмотрено средство отображения, предназначенное для показа, что, по меньшей мере, одно средство из (i) датчика, (ii) средства определения, (iii) средства аварийной сигнализации, (iv) средство передачи, (A) средства приёма и (B) средства аварийной сигнализации работает нормально» [26].

На рисунке 8 приведена схема использования изобретения.

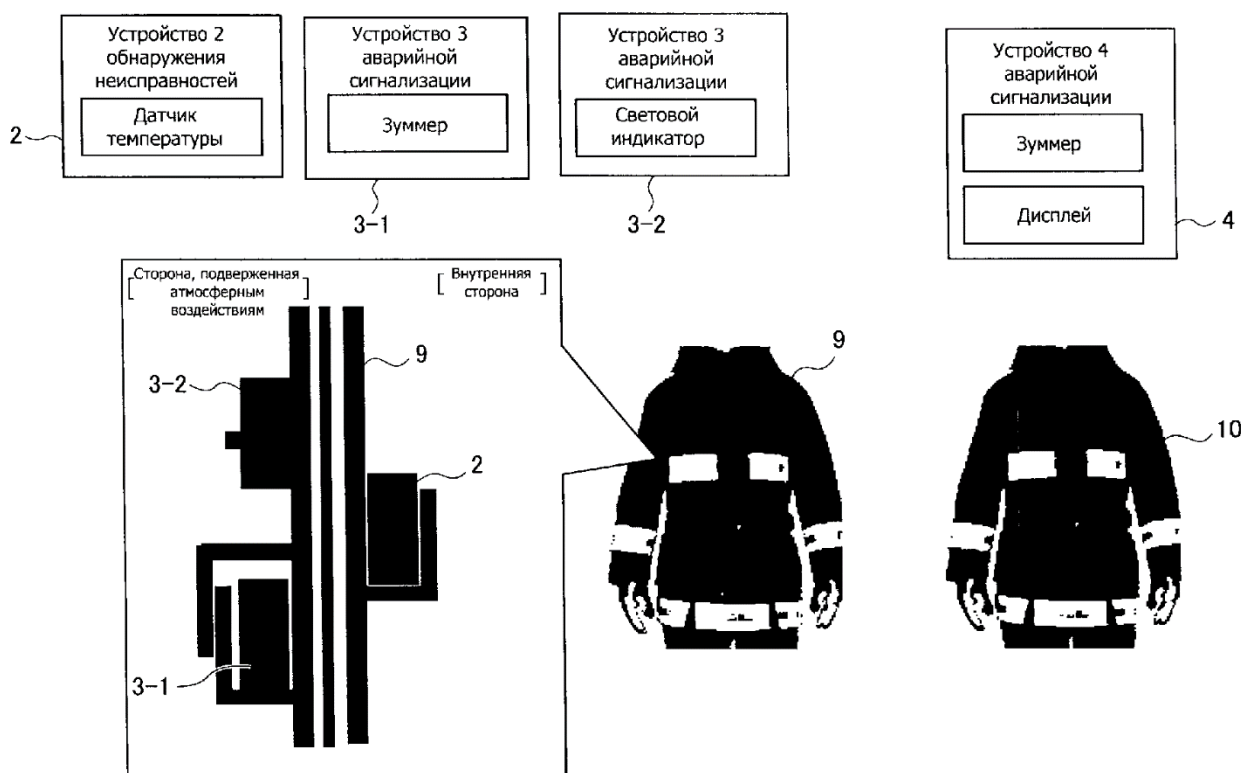


Рисунок 8 – Схема использования изобретения

Средство защиты может быть выполнено из многослойной ткани. Датчик (i) может быть расположен на внутренней поверхности внутреннего слоя или между слоями многослойной ткани.

«Теплозащитные свойства (HTI24) ткани, из которой выполнено средство защиты, могут составлять 13 секунд или более по измерению в соответствии с ISO 9151. Водоотталкивающие свойства внешней поверхности ткани, из которой выполнено средство защиты, может быть 3 класса или выше по измерению методом распыления, определённым в JIS L 1092. Ткань, из которой выполнено средство защиты, может иметь коэффициент усадки 5% или ниже в соответствии с ISO 11613-1999. Средство защиты может быть защитным костюмом для использования пожарными. Ткань, из которой выполнено средство защиты, может содержать арамидные волокна» [48].

Настоящее изобретение предлагает средство защиты с системой аварийной сигнализации, способной обеспечить безопасность, работоспособность и удобство, а также предупреждать работника об опасности, угрожающей жизни, такой, как тепловой удар.

«В рабочем защитном костюме с системой аварийной сигнализации теплового удара, который является примером осуществления изобретения, система аварийной сигнализации теплового удара может включать датчик, который регистрирует биометрическую информацию пользователя, средство определения, достигает ли порога биометрическая информация, которую регистрирует датчик, и повышается ли риск теплового удара, средство аварийной сигнализации для предупреждения о том, что риск теплового удара увеличивается, и средство для передачи аварийного сигнала, когда активируется средство аварийной сигнализации, а также средство управления для управления средством аварийной сигнализации и средством передачи. Такой защитный костюм предпочтительно используют в качестве, например, огнезащитного костюма (т.е. огнестойкий костюм) для пожарных» [17].

В этом отношении датчик для регистрации биометрической информации предпочтительно является датчиком температуры для определения температуры внутри защитного костюма.

«Однако другие типы датчиков также могут быть использованы, включая: датчик температуры для определения температуры снаружи

защитного костюма, датчик влажности для определения влажности внутри или снаружи защитного костюма, датчик для определения концентрации кислорода в крови, датчик для определения сердцебиения, датчик для регистрации формы электрокардиограммы, датчик для определения пульса, датчик для определения пульсовой волны, датчик для определения кровяного давления, датчик для определения васкулярного потока, датчик для обнаружения движения тела, а также наличия/отсутствия движения тела, датчик для определения положения тела, датчик для определения температуры кожи, датчик для измерения температуры барабанной перепонки, датчик для измерения ректальной температуры, датчик для обнаружения изменения цвета кожи, датчик для обнаружения пота, датчик для определения числа, скорости и глубины вдохов, датчик для обнаружения мозговых волн, датчик для обнаружения расширения зрачков, GPS для обнаружения местоположения или т.п.» [10].

Ожидается, что точность определения улучшается при комбинации нескольких датчиков, так как существуют различные симптомы теплового удара.

Такой защитный костюм предпочтительно используют в качестве, например, защитного костюма для командира пожарного расчёта.

Например, если пожарные (т.е. члены пожарного расчёта) и командир пожарного расчёта, соответственно, носят такие защитные костюмы, оснащённые системой аварийной сигнализации теплового удара, они будут предупреждены о риске теплового удара, обеспечивая таким образом безопасность, технологичность и удобство.

### **3.4 Процедуры, разработанные для системы обеспечения пожарной безопасности**

Пожарная безопасность на исследуемом объекте обеспечивается следующими мероприятиями:

- проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций;
- обучение мерам ПБ работников предприятия, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети);
- внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару;
- обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов, позволяющих пользоваться при нештатной ситуации (указатели эвакуации, экстренные телефоны, действия);
- проверка плана замечаний, выявленных в ходе проверки органов надзорной деятельности, устранение замечаний согласно плану;
- наличие и комплектование первичных средств пожаротушения, исправных пожарных кранов и средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения;
- проветривание помещений и вентиляция от примеси газовой среды, возникающих при технологическом процессе химического производства;
- совместное проведение тренировок и учений со службами пожарной охраны, жизнеобеспечения и администрации города;
- проектирование цехов производственного объекта согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований;



- подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременная замена оборудования и аппаратов технологического процесса;
- устройство широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличие источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных;
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрение комплекса профилактических мероприятий;
- недопущение изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечение заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведение совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ
- наличие газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;
- наличие противопожарных разрывов, обеспечивающих недопущение перехода пламени от одного объекта к другому в случае пожара;
- наличие обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежание разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций;
- наличие АПС, АУПТ, СОУЭ.

Охрана труда на предприятии обеспечивается соблюдением требований законодательных актов РФ, которые отнесены к обеспечению безопасного проведения работ и сохранения здоровья работников на предприятии в

процессе трудовой деятельности. Охрана труда и техника безопасности – одно из главных направлений деятельности любого рабочего процесса.

Оценка пожарного риска на производственном объекте нефтехимии начинается, прежде всего, с анализа пожарной опасности, далее определяют частоту реализации пожароопасных ситуаций. Следующий этап, это построение полей опасных факторов пожара для различных вариантов условного развития пожара (как правило, рассматривают наихудшие варианты развития). И, заключительный этап, это непосредственно расчет пожарного риска.

Первый этап, анализ пожарной опасности – фактически это определение условий для образования горючей среды.

«Анализ пожарной опасности производственных объектов должен предусматривать:

- анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- определение перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную, для каждого технологического процесса;
- построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей» [43].

Этап анализа пожарной опасности характеризуется тем, что здесь сопоставляются показатели пожарной опасности веществ нефтехимического объекта и параметры рассматриваемого технологического процесса.

«Определение пожароопасных ситуаций на производственном объекте должно осуществляться на основе анализа пожарной опасности каждого из технологических процессов и предусматривать выбор ситуаций, при реализации которых возникает опасность для людей, находящихся в зоне поражения опасными факторами пожара и вторичными последствиями

воздействия опасных факторов пожара. К пожароопасным ситуациям не относятся ситуации, в результате которых не возникает опасность для жизни и здоровья людей. Эти ситуации не учитываются при расчете пожарного риска. Для каждой пожароопасной ситуации на производственном объекте должно быть приведено описание причин возникновения и развития пожароопасных ситуаций, места их возникновения и факторов пожара, представляющих опасность для жизни и здоровья людей в местах их пребывания» [41].

Далее определяются причины возникновения пожара на объекте таким образом, что определяется ряд ситуаций, которые могут привести к пожароопасной ситуации. Анализ пожарной опасности – это определение системы мероприятий, которые необходимо разработать для допустимой безопасной работы действующего технологического процесса.

«Для определения частоты реализации пожароопасных ситуаций на производственном объекте используется информация:

- об отказе оборудования, используемого на производственном объекте;
- о параметрах надежности используемого на производственном объекте оборудования;
- об ошибочных действиях персонала производственного объекта;
- о гидрометеорологической обстановке в районе размещения производственного объекта;
- о географических особенностях местности в районе размещения производственного объекта» [47].

Оценивают опасные факторы пожароопасности производства путем сопоставления показателей, а также методом моделирования различных вариантов пожара. Определяется также и динамика развития пожара, количество и концентрация опасных горючих веществ, предельно-допустимых концентраций для жизни и здоровья человека.

«Предотвращение образования горючей среды должно обеспечиваться одним из следующих способов или их комбинаций:

- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- максимально возможным по условиям технологии и строительства ограничением массы и (или) объема горючих веществ, материалов и наиболее безопасным способом их размещения;
- изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.);
- поддержанием безопасной концентрации среды в соответствии с нормами и правилами и другими нормативно-техническими, нормативными документами и правилами безопасности;
- достаточной концентрацией флегматизатора в воздухе защищаемого объема (его составной части) [23];
- поддержанием температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
- максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- установкой пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках;
- применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий, установкой отключающих, отсекающих и других устройств» [1].

### **3.5 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации**

Роботизированный пожарный комплекс предназначен для выполнения комплексных задач с возможностью интеграции с другими системами

безопасности, имеет высокую готовность к применению с контролем исправности элементов комплекса для исключения человеческого фактора.

В таблице 5 приведен план финансового обеспечения мероприятия.

Таблица 5 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Установка роботизированного пожарного комплекса на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа	План мероприятий по улучшению условий труда на 2022 г.	644 088	4 кв. 2022г.	Главный инженер

Далее в таблице 6 приведена смета расходов на мероприятие.

Таблица 6 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Адресные извещатели	Непосредственно установка-робот	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	85523	184000	269523
Стоимость проектирования, руб.	54000	165000	219000
Стоимость монтажных работ, руб.	42325	113240	155565
Итоговая стоимость оснащения, руб.	181848	462240	644088

Экономический эффект:

$$Э_r = У - З \quad (1)$$

где  $Э_r$  – годовой экономический эффект, руб.;

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

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

З – затраты на реализацию мероприятия, руб.

$$\mathcal{E}_r = 1840000 - 644088 = 1195912$$

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность:

$$\mathcal{E} = \frac{Y}{Z} \quad (2)$$

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

$$\mathcal{E} = \frac{1840000}{644088} = 2,86$$

Показатели, используемые для расчетов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Условные обозначения	Единица измерения	Данные	
			Базовый вариант	Проектный вариант
годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	819	726
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	58	26
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	320	158
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	58	26
Единовременные затраты	Зед	руб.	100000	120000

Чистый экономический эффект (чистый доход):

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (3)$$

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

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

$$\text{ЧЭЭ} = 512000 - 259000 = 253000,$$

Чистый дисконтированный доход ЧДД, накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (4)$$

$$\text{ЧДД} = 3250000,$$

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

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

$A_t$  – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

$T$  – горизонт расчета;

$E$  – норма дисконта.

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (5)$$

$$T_{\text{ок}} = 5,95$$

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

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

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}}, \quad (6)$$

$$\text{ИД} = 1,59,$$

Поскольку ИД > 1, проект принимается.

Расчет ЧЭЭ, ЧДД представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	259000	140000	100000	98000	85000
Ежегодные затраты	251000	214000	145000	58000	64000
Амортизация	0,98	0,95	0,85	0,75	0,65
Эффект	1,8	1,6	1,5	1,2	1,1
ЧЭЭ	253000	218000	189000	145000	123000
Коэффициент дисконтирования	1,89	1,78	1,68	1,54	1,47
ЧДД с нарастающим итогом	3250000	3540000	3580000	3940000	3980000
Ток	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
Дисконтированные капитальные вложения	147 214,2	112 512,3	102 256,3	98 541,2	93 142,2
Дисконтированный доход	3250000	2200000	1560000	950000	830000
Индекс доходности	1,6				

Особенности устройства позволяют кардинально решить проблемы пожарной безопасности, повысить готовность до 100% и исключить человеческий фактор, обеспечивая полный контроль системы на всех уровнях, значительно повысить эффективность тушения пожаров, уменьшить количество используемого огнетушащего вещества, а также ущерб от пожара.



### Выводы к разделу 3

Описаны, проанализированы выбранные следующие технические средства, которые можно использовать, как средства пожаротушения на объекте:

- усовершенствованный огнетушитель;
- роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа;
- средства защиты, включающие систему аварийной сигнализации.

Отличие усовершенствованного огнетушителя (п. 3.1) и возможность применения – это, прежде всего, что используемое огнетушащее вещество – газовая смесь. Кроме того, отличительной особенностью конструкции огнетушителя является то, что в распылительной головке располагается также пористый элемент, выполненный из металла.

Эффективность применения роботизированного пожарного комплекса на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа (п. 3.2) заключается в выполнении задачи по комплексной безопасности от пожаров.

Достигается это тем, что в конструкции устройства предусмотрена упрощенная система определения координат загорания, с контролем исправности элементов комплекса, с исключением влияния человеческого фактора на готовность комплекса к применению.

Достоинства средств защиты, включающих систему аварийной сигнализации (п. 3.3), заключаются в обеспечении безопасности, работоспособности и удобства, а также предупреждения людей о риске теплового удара. Кроме того, конструкция также была обновлена путем серьезного изучения и исследования на основе выявленных ранее недостатков.

## Заключение

В ходе проделанной работы были проведены теоретические и экспериментальные исследования, проведен анализ результатов исследований, сформулированы выводы и рекомендации. Проведена опытно-экспериментальная апробация средств пожаротушения, используемых на объекте, описаны результаты реализации технологий и процедуры, разработанные для системы обеспечения пожарной безопасности.

Основными причинами пожаров являются неосторожное обращение с огнем (халатность или небрежность поступков в быту или производственной деятельности при наличии источников зажигания или горючих веществ), короткое замыкание или аварийная работа систем электрооборудования (это длительная эксплуатация технических устройств, превышающая срок выработки согласно нормам положенности или техническим условиям).

Объектами пожаров согласно статистическим данным чаще всего становятся жилые дома, поскольку человек большую часть времени проводит дома, снижение пожаров по направлению анализа причин возможно путем выработки жестких мер и ограничений со стороны органов законодательной и исполнительной власти при выявлении нарушителей ПБ в быту и на производстве.

Основными причинами взрывов являются нарушение технологического процесса производства или какой-либо производственной деятельности, представляющую пожаровзрывоопасность.

Взрыв, как правило, явление вторичное, природа его связана с процессом пожара или высвобождения энергии различной природы, образованием статического электричества. Объектами взрывов являются чаще всего производственные здания, где в технологическом процессе обращаются АХОВ, ЛВЖ, ГЖ, вещества, представляющие опасность взрыва.

Было проведено исследование и реализация систем пожаротушения, используемых на объекте ЗАО «Мягкая кровля» по адресу г. о. Самара, ул. Белгородская 1.

Назначение объекта – производственный процесс, связанный с выпуском кровельных изделий и картона. Территория объекта застроена производственными, складскими, служебно-бытовыми, административно-бытовыми, зданиями 1 и 2 этажей различной степени огнестойкости СО II, СОIII, СОIV. Основным сырьем является битум, кровельный картон, тальк, асбогаль, целлофановая плёнка, масла.

Основные факторы опасности возникновения пожара, взрыва – это наличие ЛВЖ: битума в больших количествах 0,14 т, находящейся в трубопроводах (с учетом её поступления в течение 360 с. – 3,0 т.), также это трубопроводы, работающие под давлением.

Описаны, проанализированы выбранные следующие технические средства, которые можно использовать, как средства пожаротушения на объекте:

- усовершенствованный огнетушитель;
- роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа;
- средства защиты, включающие систему аварийной сигнализации.

Отличие усовершенствованного огнетушителя (п. 3.1) и возможность применения – это, прежде всего, что используемое огнетушащее вещество – газовая смесь. Кроме того, отличительной особенностью конструкции огнетушителя является то, что в распылительной головке располагается также пористый элемент, выполненный из металла.

Эффективность применения роботизированного пожарного комплекса на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа (п. 3.2) заключается в выполнении задачи по комплексной безопасности от пожаров.

## Список используемых источников

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992–07–01. (ред. от 12.012.2020) – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 11 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 19.02.2022).
2. Зимин Г. С., Ковязина О.С Совершенствование системы управления при тушении пожаров на химически опасных объектах // Современные проблемы гражданской защиты.2020. № 2(35) С. 48-53.
3. Ищенко А. Д, Михайлов Е. С. Особенности организации оперативно-тактических действий при локализации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах с использованием специальной защитной одежды изолирующего типа // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты.2018. № 1(36) С. 43-48.\
4. Лапшин Ю.Н., Зиньковский С.С. Причины пожаров и взрывов, автоматические установки пожаротушения/ Символ науки». 2022. № 1-2 С 9-10. [Электронный ресурс]. – URL: <https://os-russia.com/SBORNIKI/SN-2022-1-2.pdf> (дата обращения: 31.03.2022).
5. Лущик А. П. Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров // Энергетика и рациональное природопользование». 2020. № 45 С. 1-10.
6. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (направлен указанием МЧС России от 26.05.2010 (ред. от 21.04.2019) №43-2007-18) [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistvijam-podrazdelenii-federalnoi-protivopozharnoi-sluzhby-pri/> (дата обращения: 03.03.2022).
7. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации

чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420359157> (дата обращения: 03.03.2022).

8. Методические рекомендации по организации деятельности оперативных штабов ликвидации чрезвычайных ситуаций (утв. МЧС России 01.11.2013 №2-4-87-34-14) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-organizatsii-deyatelnosti-operativnyh-shtabov-likvidatsii-chrezvychaynyh-sit/> (дата обращения: 03.03.2022).

9. Методические рекомендации по планированию действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов от 18.08.2003 (ред. от 21.05.2019) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050664> (дата обращения: 03.03.2022).

10. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (утв. протоколом заседания правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению ПБ от 27.11.2015 №9) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-rabote-organov-upravleniya-i-sil-RSCHS-po-preduprezhdeniyu-i-likvidatsii-chre-solt-cuhccec/> (дата обращения: 03.03.2022).

11. Методические рекомендации по разработке плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных с (утв. МЧС России 01.07.2018 №2-4-87-9-14) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-razrabotke-plana-deystviy-po-preduprezhdeniyu-i-likvidatsii-chrezvychaynyh-s/> (дата обращения: 03.03.2022).

12. МЧС России в борьбе с чрезвычайными ситуациями: учеб. пособие / А.Г. Моисеев– Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 196 с.

13. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020). URL: <https://rulings.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-30.12.2003-N-794/> (дата обращения: 02.02.2022).

14. О защите населения и территории от ЧС [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 11.11.1994 № 68-ФЗ (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 02.02.2022).

15. О защите населения и территории от ЧС [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 11.11.1994 № 304 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulings.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-21.05.2007-N-304/> (дата обращения: 02.02.2022).

16. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=405055> (дата обращения: 02.02.2022).

17. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 №7 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

18. Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608475690> (дата обращения: 02.02.2022).

19. Об утверждении Боевого устава, определяющего порядок тушения пожара подразделениями ПО [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444. URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 02.02.2022).

20. Понятие и виды теоретических методов исследования [Электронный ресурс] : URL:

<https://zaochnik.com/spravochnik/pedagogika/metody-issledovanija-v-pedagogike/teoreticheskie-metody-issledovanija/> (дата обращения: 02.04.2021).

21. Пат. 2429082 Российская Федерация, Способ и устройство для тушения пожаров [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2429082C1\\_20110920](https://yandex.ru/patents/doc/RU2429082C1_20110920).

22. Пат. 145455 Российская Федерация, МПК А62С 8/06(2006.01). Покровное изделие для реактивного тушения огня/ Вилесов А.Д. и др. ; заявитель и патентообладатель ООО «Делси». - № 2014105466/12; заявл. 14.02.2014 ; опубл. 20.09.2014, Бюл. № 26. – 20 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU145455U1\\_20140920](https://yandex.ru/patents/doc/RU145455U1_20140920) (дата обращения: 02.03.2022).

23. Пат. 97642 Российская Федерация, МПК А62С 35/02 (2006.01). Устройство для тушения пожара / Димов В. А. и др.; заявитель и патентообладатель Димов В. А. и др. – № 2010101147/22; заявл. 11.01.2010; опубл. 20.09.2010 – 6 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU97642U1\\_20100920](https://yandex.ru/patents/doc/RU97642U1_20100920) (дата обращения: 06.03.2022).

24. Пат. 2577220 Российская Федерация, МПК А62С31/00. Дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством / Куприн Г.Н. ; заявитель и патентообладатель ЗАО НПО «Современные пожарные технологии». - № 2014124596/12; заявл. 18.06.2014 ; опубл. 27.12.2015, Бюл. № 7. – 6 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patenton.ru/patent/RU2577220C2> (дата обращения: 02.03.2022).

25. Пат. 2717772 Российская Федерация, МПК А62С 13/76(2006.01). Огнетушитель / ИНОЭ, Ясуфуми, Мицунори; заявитель и патентообладатель КОАЦУ КО., ЛТД. (JP). - № 2019100346; заявл. 13.06.2016 ; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 9. – 8 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2717772C1\\_20200325](https://yandex.ru/patents/doc/RU2717772C1_20200325) (дата обращения: 22.03.2022).

26. Пат. 2677622 Российская Федерация, МПК А62С 13/76(2006.01). Роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа (изобретение 201 года); / Горбань Ю.И. ; заявитель и патентообладатель ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»». - № 2018116814, заявл. 04.05.2018; опубл. 17.01.2019, Бюл. № 2. – 10 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2677622C1/ru> (дата обращения: 22.03.2022).

27. Пат. 2691296 Российская Федерация, МПК А41D 13/00 (2006.01). Средства защиты, включающие систему аварийной сигнализации / Хатанака Юко, Накамура Томоки; заявитель и патентообладатель Тейдзин Лимитед. - № 2017116820, заявл. 16.10.2015; опубл. 11.06.2019, Бюл. № 17. – 5 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2691296C2/ru> (дата обращения: 22.03.2022).

28. Пат. 2619729 Российская Федерация, А62С 35/00 (2006.01). Способ приведения в действие огнетушителя (варианты) и устройство для его осуществления (варианты) / Забегаев В. И.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» НИИ ПО МЧС России. – № 2016100666; заявл. 11.01.2016 ; опубл. 17.05.2017 , Бюл. № 14 – 7 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2619729C1\\_20170517](https://yandex.ru/patents/doc/RU2619729C1_20170517) (дата обращения: 02.02.2022).

29. Производственные услуги [Электронный ресурс] - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157753>(дата обращения: 29.09.2021).

30. Пат. 2577220 Российская Федерация, МПК А62С31/00. Дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством / Куприн Г.Н. ; заявитель и патентообладатель ЗАО НПО «Современные пожарные технологии». - № 2014124596/12; заявл.



18.06.2014 ; опублик. 27.12.2015, Бюл. № 7. – 6 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patenton.ru/patent/RU2577220C2> (дата обращения: 02.03.2022).

31. Пожарная безопасность: учеб. пособие / С. И. Боровик – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 160 с.

32. Пожарная безопасность: учеб. пособие / В. В. Холщевников [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019 М.: Академия ГПС МЧС России, 2019.

33. Пожары и взрывы: учеб. пособие / И. В. Викторов и др.– Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 145 с.

34. Понятие и виды теоретических методов исследования [Электронный ресурс] : URL: <https://zaochnik.com/spravochnik/pedagogika/metody-issledovaniya-v-pedagogike/teoreticheskie-metody-issledovaniya/> (дата обращения: 02.04.2021).

35. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности : Свод правил СП 8.13130.2020. Введ. 2020–03–30. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2020. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/5035> (дата обращения: 29.03.2021).

36. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям : Свод правил СП 4.13130.2013 Введ. 2013–06–24. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2013. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 29.03.2021).

37. Системы противопожарной защиты АПС и АУПТ Свод правил СП 5.13130.2009. Введ. 2209-05-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2011. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/676> (дата обращения: 29.03.2021).

38. Социальные угрозы: учеб. пособие / А. П. Лошкарев и др. – Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 122 с.
39. Способы тушения пожаров: основные приемы [Электронный ресурс] : 2021 – URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/sposobyi-tusheniya-rozharov-osnovnyie-priemyi/> (дата обращения: 25.02.2022).
40. Средства пожаротушения: чем и как тушат пожары [Электронный ресурс]. URL: <https://zarya.one/blog/sredstva-pozharotusheniya/> (дата обращения: 15.03.2022).
41. Тушение пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей [Электронный ресурс] : 2021 – URL: <https://nachkar.ru/referat/massovoe-prebivanie-ludei.htm> (дата обращения: 25.02.2022).
42. Тактика тушения пожаров. Часть 2. Пожаротушение в ограждениях и на открытой местности: учебное пособие / В. В. Тербнев. - М.: КУРС, 2017. - 256 с.
43. Тактические приемы аварийной разведки и спасения при тушении пожаров: учебно-методическое пособие/ А. Н. Денисов. - –М.: Академия ГПС МЧС России, 2020 - 224 с.
44. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 30.04.2021). - URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 02.04.2021).
45. ISO 25523-1:2020. Information about fire and objects. – Fires at chemical plants – Part 1: Thesauri for information retrieval. – URL: <https://www.iso.org/standard/53657.html> (дата обращения: 20.01.2022).
46. Fire alarm system design with Safety Systems Designer. – URL: <https://www.boschsecurity.com/xc/en/solutions/fire-alarm-systems/fire-alarm-system-design/> (дата обращения: 20.01.2022).
47. Fire Protection Technology. – URL: <https://www.usfa.fema.gov/prevention/technology/> (дата обращения: 20.01.2022).

48. Public Fire Information Websites. – URL: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/information> (дата обращения: 20.01.2022).

49. Fire technology news & articles. – URL: <https://www.firerescue1.com/fire-products/technology/articles/> (дата обращения: 20.01.2022).