

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)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование и анализ тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара в ТРК «Вива Лэнд»

Студент

Е.А. Кондракова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

к.т.н. И.И. Рашоян

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

Тольятти 2020

Содержание

Перечень обозначений и сокращений.....	3
Введение.....	4
1 Тактические возможности пожарных подразделений по тушению пожаров и проведению АСР в здании ТРК «Вива Лэнд» в настоящее время.....	10
1.1 Назначение и общая характеристика объекта.....	10
1.2 Анализ оснащённости подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением.....	14
2 Исследование средств и способов спасения людей при пожаре.....	22
2.1 Характеристики средств индивидуальной защиты органов дыхания стоящих на вооружении в подразделениях ФПС.....	22
2.2 Характеристики изолирующих самоспасателей, применяемых для эвакуации и спасения людей при пожаре.....	32
2.3 Оценка тактических возможностей подразделений ФПС при использовании штатных средств спасения.....	36
2.4 Предложения по комплектованию пожарных автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами.....	41
3 Исследование эффективности звеньев ГДЗС при использовании дополнительных средств спасения.....	54
3.1 Оценка тактических возможностей подразделений при использовании дополнительных спасательных устройств.....	54
3.2 Сравнительный анализ эффективности применения звеньев ГДЗС при массовом спасении людей с учетом использования различных средств спасения.....	58
Заключение.....	64
Список используемых источников.....	68

Перечень обозначений и сокращений

В настоящей работе применяются следующие обозначения и сокращения:

ПТВ – пожарно-техническое вооружение;

АЦ – автоцистерна пожарная;

АЛ – автолестница;

ПНС – пожарная насосная станция;

АР – автомобиль рукавный;

АГ – автомобиль газодымозащитной службы;

ПГ – пожарный гидрант;

ПК – пожарный кран;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

РТП – руководитель тушения пожара;

НБУ – начальник боевого участка;

НШ – начальник оперативного штаба;

НТ – начальник тыла;

КПП ГДЗС – контрольно-пропускной пункт газодымозащитной службы;

ПБ – пост безопасности;

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания;

ДАСВ – дыхательный аппарат со сжатым воздухом;

ДАСК – дыхательный аппарат со сжатым кислородом.

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования состоит в том, что во время пожара вокруг зоны горения создается зона задымления, которая представляет собой, газовую смесь с низким содержанием кислорода, высокой концентрацией углекислого (CO_2), угарного (CO) и других ядовитых газов выделяющихся при горении различных веществ и материалов, а также мелкодисперсную среду из взвешенных в воздухе твердых частиц, снижающих видимость и затрудняющих дыхание. Зона задымления является непригодной для дыхания средой и представляет наибольшую угрозу для людей при пожаре. Для ведения действий по спасению людей и тушению пожара в непригодной для дыхания среде в подразделениях пожарной охраны создается газодымозащитная служба. На вооружении газодымозащитной службы находятся средства индивидуальной защиты органов дыхания, спасательные устройства для пострадавших и другое оборудование, позволяющие выполнять задачи как в дыму, так и в других средах непригодных для дыхания людей.

Актуальность диссертационной работы заключается в том, что при пожарах в торгово-развлекательных центрах и других объектах с массовым пребыванием людей в зоне воздействия опасных факторов пожара может оказаться очень большое количество людей, при этом сосредоточение на месте пожара достаточное количество сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ потребует слишком много времени. В связи с этим на первые прибывшие подразделения возлагается задача по массовому спасению людей малым количеством газодымозащитников. Для решения столь важной и сложной задачи необходимо пересмотреть оснащенность звеньев газодымозащитной службы и повысить их эффективность при массовом спасении людей.

Объект исследования: ТРК «Вива Лэнд».

Предмет исследования: тактические возможности подразделений пожарной охраны при использовании различных средств спасения людей из задымленных помещений в условиях пожара.

Цель исследования: исследование тактических возможностей пожарных подразделений при тушении пожара и проведении аварийно-спасательных работ, с использованием различных средств спасения.

Гипотеза исследования состоит в том, что тактические возможности пожарных подразделений при тушении возможного пожара в ТРК «Вива Лэнд» будут увеличены, если будут разработаны организационно-технические мероприятия, способствующие своевременному спасению и эвакуации людей из ТРК «Вива Лэнд».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ оснащенности подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением.

2. Изучить технические характеристики дыхательных аппаратов, стоящих на вооружении в подразделениях 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области; технические характеристики, изолирующих самоспасателей имеющих на рынке и применяемых для эвакуации людей при пожаре.

3. Произвести расчет сил и средств пожарной охраны для тушения возможного пожара в здании ТРК «Вива Лэнд», с учетом имеющихся на вооружении средств индивидуальной защиты органов дыхания и средств спасения.

4. Рассмотреть возможные варианты повышения тактических возможностей пожарных подразделений при спасении людей, путем усовершенствования имеющихся или доукомплектования дополнительными средствами спасения.

5. Предложить мероприятия по комплектованию пожарных

автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами

б. Сравнить полученные данные о количестве требуемых звеньев ГДЗС и времени проведения аварийно-спасательных работ.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: ряд федеральных законов, нормативно-правовых актов, сводов правил, ГОСТов, регулирующих состояние противопожарной безопасности, публикации исследования противопожарной безопасности подобных исследуемому объектах.

Базовыми для настоящего исследования явились также: патентно-информационные ресурсы, позволяющие увеличить тактические возможности пожарных подразделений.

Методы исследования:

- изучение законодательных и нормативных документов, регламентирующих пожарную безопасность;
- изучение проектной документации объекта;
- исследовании систем обеспечения безопасности, непосредственно на объекте;
- анализ пожарной опасности объекта;
- проведение расчетов, согласно существующих методик;
- выводы о проделанной работе.

Опытно-экспериментальная база исследования – ФГКУ «3 отряд ФПС по Самарской области».

Научная новизна исследования заключается в:

- осуществлении патентно-информационный обзор мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности;
- применении новых изобретений, направленных на усиление тактических возможностей подразделения пожарной охраны по тушению возможного пожара.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- проведено обобщение норм положенности пожарно-технического

вооружения для подразделений ФПС;

- изучены характеристики средств индивидуальной защиты органов дыхания стоящих на вооружении в подразделениях ФПС;

- проанализированы возможные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, сделано их обобщение.

Практическая значимость исследования. Итоги данной научной работы помогут обосновать потребность в усовершенствовании и обновлении применяемого пожарно-технического вооружения. Выводы, сделанные при проведении расчетов, могут быть полезны при внесении изменений в нормативные документы, определяющие положенность пожарно-технического вооружения для всех видов пожарной охраны.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- проанализированы способы обеспечения своевременной и беспрепятственной эвакуации людей с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания;

- сформулированы основные проблемы при использовании средств индивидуальной защиты органов дыхания, стоящих на вооружении в подразделениях ФПС;

- обосновано применение новых изобретений, направленных на усиление тактических возможностей подразделения пожарной охраны.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в участии при внедрении новых средств индивидуальной защиты органов дыхания, стоящих на вооружении в подразделениях ФПС.

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

- Участие в международной научной конференции технико-научного журнала «Точная наука», выступление на тему: Нормы положенности и характеристики средств индивидуальной защиты пожарно-технического вооружения для подразделений ФПС.

На защиту выносятся:

1. Характеристика основных проблем обеспечения средствами защиты органов дыхания, состоящими на учете пожарно-технического вооружения для подразделений ФПС, в частности это такие проблемы, как:

- фильтрующие средства защиты органов дыхания могут защитить от механических загрязнений, таких как дым или пыль, но бессильны перед такими опасными факторами пожара, как низкий уровень кислорода в воздухе или высокая концентрация CO, CO₂ и других отравляющих газов во вдыхаемом воздухе, поэтому необходимо использование именно изолирующих средств;

- основные пожарные автомобили комплектуются средствами защиты органов дыхания из расчёта 3 шт. на одно отделение. Таким образом звено ГДЗС из 3 человек способно обеспечить воздухом для дыхания 6 человек.

2. Результаты анализа объекта исследования и существующих мер по обеспечению пожарной безопасности. На объекте имеется система оповещения о пожаре и управления эвакуации людей 2 типа с двумя зонами оповещения. Оповещение выполняет в объёме световой, звуковой сигнализации. Установки пожаротушения отсутствуют.

3. Обоснование применения новых изобретений, направленных на усиление тактических возможностей подразделения пожарной охраны. Если каждый пожарный автомобиль укомплектовать дополнительными «спасательными аппаратами» из расчета 1 аппарат на каждого газодымозащитника, то количество людей, которых может вывести одно звено ГДЗС из 3 человек может вырасти до 9.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 19 рисунков, 10 таблиц, список используемых источников (35 источников). Основной текст работы изложен на 71 странице.

Основные результаты исследования представлены в следующих публикациях:

1. Кондракова Е.А. Нормы положенности и характеристики средств индивидуальной защиты пожарно-технического вооружения для подразделений ФПС // Точная наука. №3. 2020. С.46-50.

1 Тактические возможности пожарных подразделений по тушению пожаров и проведению АСР в здании ТРК «Вива Лэнд» в настоящее время

1.1 Назначение и общая характеристика объекта

Торгово-офисный и развлекательный центр ООО «Вива лэнд» расположен по адресу: Самарская область, городской округ Самара, Кировский район, пр. Кирова 147. Расстояние от 5 пожарно-спасательной части 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области» до объекта 500 метров.

Здание четырехэтажное, II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности – С0, класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1, класс функциональной пожарной опасности помещений Ф2.1, Ф3.2, Ф4.3. В основу объемно-планировочного решения здания положена конструктивная схема с полным стальным каркасом. Колонны – трубы стальные, бесшовные, горячекатаные, обложенные кирпичом и оштукатуренные. Перекрытия из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами толщиной 220мм. Лестницы – из сборных железобетонных наборных ступеней по стальным косоурам. Перегородки ограждающие инженерные помещения выполнены из красного кирпича. Лестничные площадки из сборных железобетонных плит. Пространственная жесткость в продольном направлении обеспечивается продольными рамами с жестким защемлением стоек в монолитных железобетонных фундаментах вертикальными стальными связями и жесткими дисками перекрытий из сборных железобетонных плит. Фундамент – сплошная монолитная железобетонная плита диаметром 500мм. Стены – фасад и боковые стены выполнены из силикатного кирпича, задняя стена из панелей «Сэндвич» толщиной 120 мм. Кровля железобетонная, плоская, покрытая рубероидом. Чердак отсутствует. Имеется цокольный этаж. Высота здания 19,76 м.,

размер здания: 104,3 x 132,3 м, общая площадь здания: 13841,3 м². Периметр: 473,2 м.

Рассмотрим внешний вид ООО «Вива лэнд» на местности. Центральный вход изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – ТРК «Вива Лэнд», Самара (центральный вход)

Вид с левой стороны представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - ТРК «Вива Лэнд», Самара (вид с левой стороны, пр. Кирова)

Вид с тыльной стороны изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 – ТРК «Вива Лэнд», Самара (вид с тыльной стороны, пр. Кирова 147, ул. Свободы 193)

С цокольного этажа эвакуация осуществляется через семь выходов. С первого этажа эвакуация осуществляется через шестнадцать выходов. Со второго по четвертые этажи по наружным закрытым эвакуационным лестничным маршам в количестве шестнадцати штук непосредственно наружу.

Имеется система оповещения о пожаре и управления эвакуации людей 2 типа с двумя зонами оповещения. Оповещение выполняет в объёме световой, звуковой сигнализации. Установки пожаротушения отсутствуют.

Маршрут следования к объекту представлен на рисунке 4.

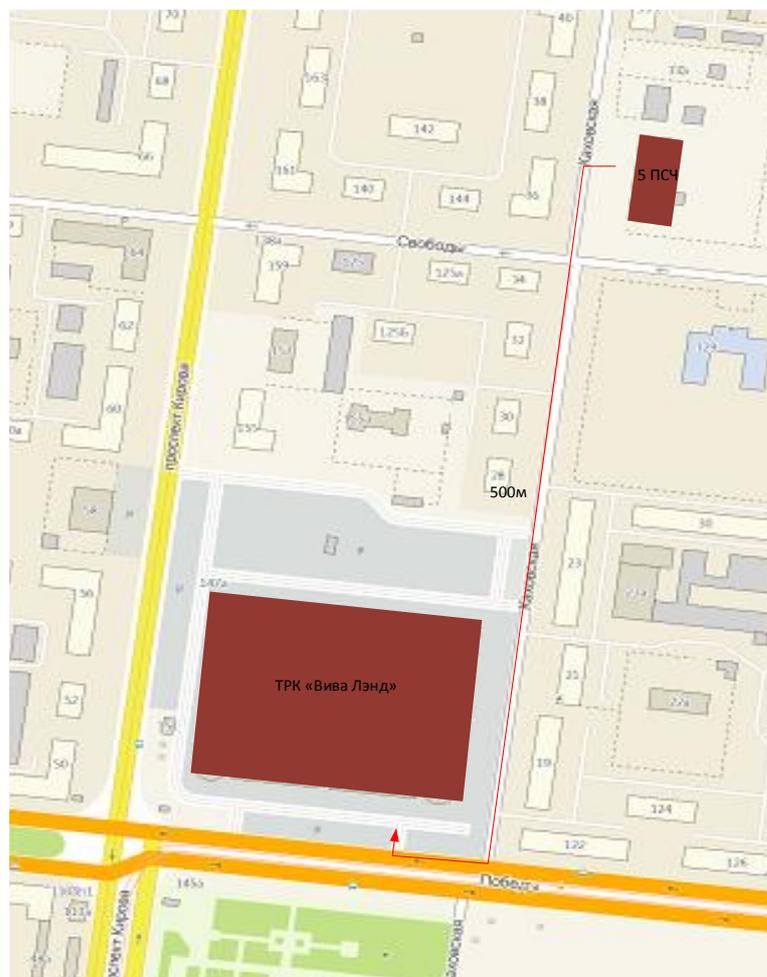


Рисунок 4 – Маршрут следования к ООО «Вива лэнд»

Электроснабжение 220/380 вольт. На территории объекта расположена электроподстанция. На каждом этаже расположены групповые щиты отключения электроэнергии, указанные на схемах. Имеется система аварийного (резервного) электроснабжения здания.

В здании может находиться днем: - 5000 посетителей и 400 работников, ночью: - 30 человек.

Имеется система оповещения о пожаре и управления эвакуации людей 2 типа с двумя зонами оповещения. Оповещение выполняет в объеме световой, звуковой сигнализации. Установки пожаротушения отсутствуют.

Системы централизованного газоснабжения в здании нет. Здание имеет противодымную вентиляцию с искусственным побуждением. Отопление водяное центральное.

Фасад здания расположен по ул. Победы напротив дворца Торжеств по

адресу пр. Кирова 145 в 116м. Левая его сторона расположена по пр. Кирова в 62 м от жилых деревянных, двухэтажных многоквартирных домов, расположенных по адресам: пр. Кирова 50, 52, 56. Тыльная часть здания расположена в 100м от кирпичного, двухэтажного здания администрации Кировского района дома по адресу: ул. Дальневосточная 51, в 60м от него. Правая сторона здания расположена по ул. Каховской, напротив кирпичного, четырехэтажного жилого дома, по адресу: ул. Каховская 19. По периметру здание ограждения не имеет. Ограничительная зона для проезда к зданию компании спецтранспорта аварийных служб и правоохранительных органов отсутствует.

1.2 Анализ оснащённости подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением

Пожарные автомобили комплектуются пожарно-техническим вооружением согласно норм табельной положенности, регламентированной приказом МЧС России от 25.07.2006 № 425 «Нормы табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».

Количество и вид требуемого вооружения и оборудования для каждого автомобиля зависит от его назначения и класса.

По назначению пожарные автомобили подразделяются на:

- основные пожарные автомобили общего применения (автоцистерны, автомобили первой помощи и т.д.);
- основные пожарные автомобили целевого применения (автомобили порошкового тушения, автомобили газового тушения, пожарные аэродромные автомобили и т.д.);
- специальные пожарные автомобили (автолестницы пожарные,

автомобили газодымозащитной службы, автомобили дымоудаления и т.д.)

По массе пожарные автомобили подразделяются на:

- легкие с полной массой от 2000 до 7500 кг (L-класс);
- средние с полной массой от 7500 до 14000 кг (M-класс);
- тяжелые с полной массой свыше 14000 кг (S-класс).

Рассмотрим оснащенность подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением в таблице 1.

Таблица 1 - Оснащенность подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением

Наименование	Требуется по нормам	Имеется в наличии	Не хватает
Каска пожарная	678	584(86%)	94(14%)
ТОК	130	44(33%)	86(67%)
Боевая одежда пожарного	925	792(85%)	133(15%)
Сапоги резиновые	634	451(71%)	183(29%)
Веревка спасательная 30м	84	26(30%)	58(70%)
Веревка спасательная 50м	19	11(57%)	8(43%)
КСС	45	21(46%)	24(54%)
Лестница-штурмовка	70	58(82%)	12(18%)
Лестница-палка	53	39(73%)	14(27%)
Лом тяжелый	58	29(50%)	29(50%)
Фонарь	77	67(87%)	10(13%)
Заземляющее устройство	25	9(36%)	16(64%)
Бензорез	27	21(77%)	6(23%)
Бензопила	24	18(75%)	6(25%)
Переносные радиостанции	177	60(34%)	117(66%)

За отчетный период в «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» произошло 1368 пожара, что на 21 % больше АППГ, из них 501 пожар был потушен с использованием звеньев ГДЗС, что на 19 % меньше АППГ и составляет 36 % от общего числа пожаров.

Было потушено пожаров с использованием:

- одного звена ГДЗС 302 пожаров (22 % от общего числа пожаров);
- двумя звеньями ГДЗС 150 пожаров (11 % от общего числа пожаров);

– тремя и более звеньями ГДЗС 49 пожаров (3,5 % от общего числа пожаров).

В графическом виде эти данные представлены на рисунке 5.

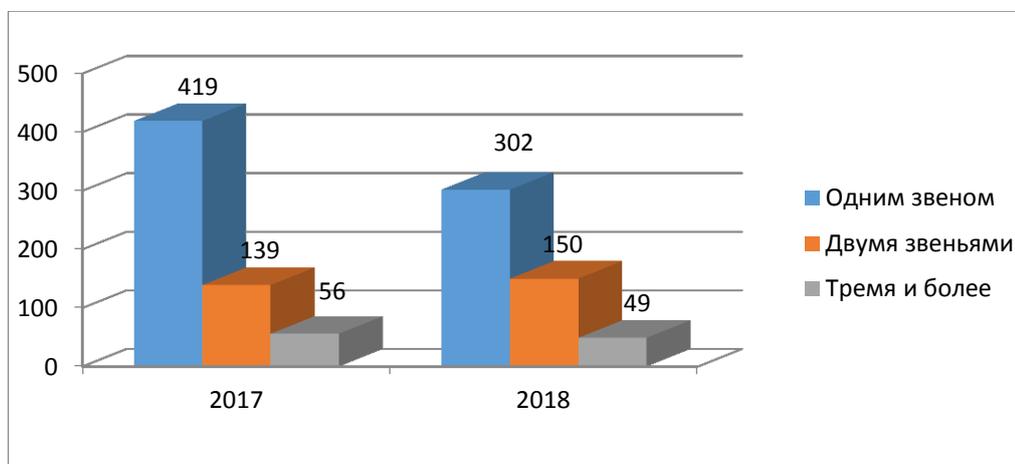


Рисунок 5 – Количество потушенных пожаров с использованием звеньев ГДЗС

Общее время работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде составило 11674 мин., из них отработано:

- одним звеном ГДЗС 5838 мин;
- двумя звеньями ГДЗС 4085 мин;
- тремя звеньями ГДЗС 1751 мин.

В графическом виде эти данные представлены на рисунке 6.

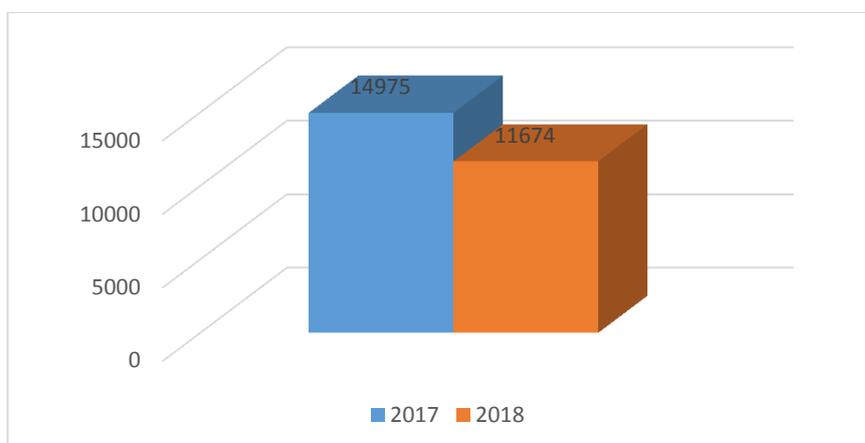


Рисунок 6 - Общее время работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде

С применением звеньев ГДЗС было потушено:

- 430 пожаров в жилом секторе;
- 15 пожаров на промышленных объектах;
- 12 пожара на объектах торговли;
- 44 пожара на объектах с массовым пребыванием людей.

В графическом виде эти данные представлены на рисунке 7.

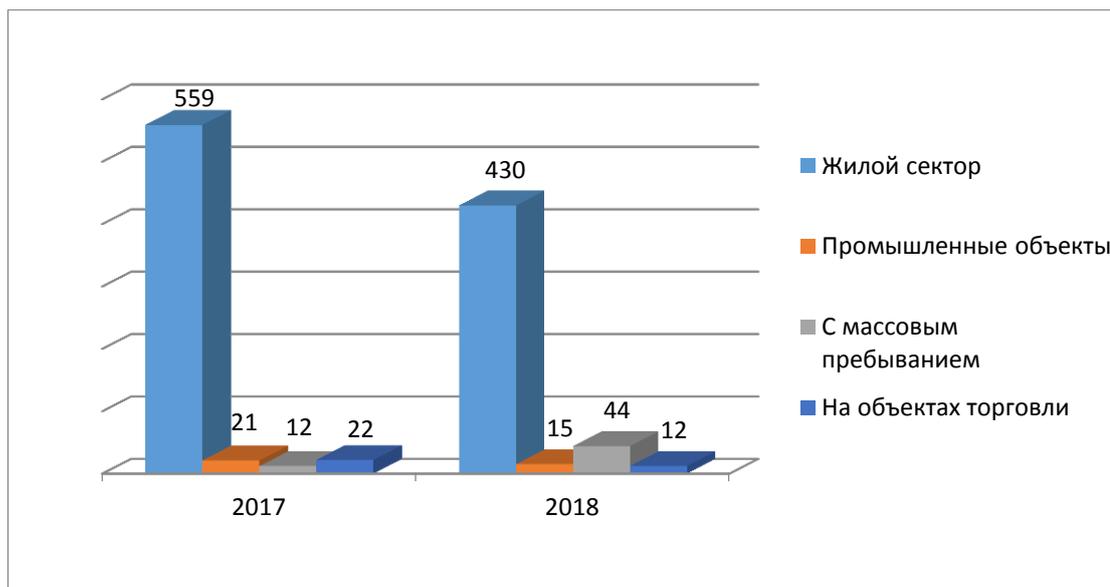


Рисунок 7 – Количество объектов, потушенных звеньями ГДЗС

Спасено людей с применением звеньев ГДЗС 1040 человек, что на 26 % меньше АППГ. В таблице 2 приведены показатели использования звеньев ГДЗС при тушении пожаров по годам.

Таблица 2 - Показатели использования звеньев ГДЗС при тушении пожаров по годам

Год	Количество пожаров	Из них потушены с использованием звеньев ГДЗС	% от общего числа пожаров
2015	2134	288	13,5
2016	1848	310	16,7
2017	1082	614	56
2018	1368	497	36

Как видно из таблицы относительно 2015 года общее количество пожаров уменьшилось, а вот количество пожаров, которые были потушены с

использованием звеньев ГДЗС увеличилось. В таблице 1.3 приведены показатели тушения пожаров по количеству использованных звеньев ГДЗС.

Таблица 3 - Показатели тушения пожаров по количеству использованных звеньев ГДЗС

Год	Одного звена ГДЗС / % от общего числа пожаров	Двух звеньев ГДЗС / % от общего числа пожаров	Тремя и более % от общего числа пожаров
2015	199 / 9,32	68 / 3,18	21 / 0,98
2016	220 / 9,8	60 / 6,9	30 / 31,2
2017	419 / 69	139 / 22	56 / 9
2018	300 / 22	149 / 11	48 / 3,5

По итогам таблицы 3 сделаем вывод, что чаще всего используется одно звено ГДЗС. В таблице 4 дан анализ времени работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде.

Таблица 4 - Время работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде

Год	Общее время работы (минут)	Одного звена ГДЗС (минут)	Двух звеньев ГДЗС (минут)	Тремя и более (минут)
2015	8052	5198	1984	870
2016	8395	5500	2115	780
2017	14975	10380	3475	1120
2018	11674	5838	4085	1751

Общее время работы в непригодной для дыхания среде имеет тенденцию к увеличению, что говорит о необходимости внедрения новых средств индивидуальной защиты органов дыхания. Количество пожаров, потушенных с применением звеньев ГДЗС отражено в таблице 5.

Таблица 5 - Количество пожаров, потушенных с применением звеньев ГДЗС

Год	В жилом секторе	На промышленных объектах	На объектах торговли	На объектах с массовым пребыванием людей
2015	255	24	5	4
2016	356	15	4	6
2017	559	21	22	12
2018	430	15	12	44

Наибольшее количество пожаров с применением звеньев ГДЗС было потушено в жилом секторе и на промышленных объектах. Количество спасенных людей с применением звеньев ГДЗС представлено в таблице 6.

Таблица 6 - Количество спасенных людей с применением звеньев ГДЗС

2015	2016	2017	2018
939 человек	570 человек	1057 человек	1040 человек

По сравнению с 2015 годом, количество спасенных людей с применением звеньев ГДЗС в 2018 году увеличилось. В таблице 7 представлены данные о количестве газодымозащитников в «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области».

Таблица 7 - Количество газодымозащитников в «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области»

Год	СиСНС (включая начальников караулов)	РиМНС	Работников
2015	119	394	14
2016	118	379	16
2017	118	400	3
2018	116	409	4

В подразделениях «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» в вышеуказанные годы использовались воздушные аппараты на сжатом воздухе различных фирм производителей, а именно ПТС «Базис», ПТС «Профи», АИР-98МИ, АИР-317, АП-2000, AUER, Спироматик, АП-Омега. И с каждым годом количество СИЗОД

увеличивается. Общее количество ДАСВ указано в таблице 8.

Таблица 8 - Общее количество ДАСВ

2015	2016	2017	2018
257 штук	265 штук	276 штук	529 штук

В настоящее время ведётся работа по списанию 180 аппаратов в связи с истекшим сроком эксплуатации – более 10 лет (АП-2000, АИР-317, АИР-98 МИ). Так же подлежат списанию 82 баллона.

В августе 2018 года поступило на вооружение отряда следующее оборудование:

- ДАСВ «Омега» - 38 штук;
- воздушных баллонов – 19 штук;
- проверочное устройства СКАД-1 – 2 штуки;
- стационарный воздушный компрессор «ПТС- Вектор» - 1 штука.

Выводы по разделу

В первом разделе проанализированы тактические возможности пожарных подразделений по тушению пожаров и проведению АСР в здании ТРК «Вива Лэнд» в настоящее время. Для этого дана общая характеристика объекта и проанализировано его назначение. Торгово-офисный и развлекательный центр ООО «Вива лэнд» расположен по адресу: Самарская область, городской округ Самара, Кировский район, пр. Кирова 147. Расстояние от 5 пожарно-спасательной части 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области» до объекта 500 метров.

Здание четырехэтажное, II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности – С0, класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1, класс функциональной пожарной опасности помещений Ф2.1, Ф3.2, Ф4.3. С цокольного этажа эвакуация осуществляется через семь выходов. С первого этажа эвакуация осуществляется через шестнадцать

выходов. Со второго по четвертые этажи по наружным закрытым эвакуационным лестничным маршам в количестве шестнадцати штук непосредственно наружу.

Также в первом разделе проведен анализ оснащенности подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением. Для этого были представлены данные по оснащенности подразделений пожарно-техническим вооружением и снаряжением, охарактеризовано количество потушенных пожаров с использованием звеньев ГДЗС, время работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде, количество объектов, потушенных звеньями ГДЗС. Рассмотрены показатели использования звеньев ГДЗС при тушении пожаров по годам, показатели тушения пожаров по количеству использованных звеньев ГДЗС. Изучены данные о времени работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде, количестве пожаров, потушенных с применением звеньев ГДЗС, количестве спасенных людей с применением звеньев ГДЗС.

2 Исследование средств и способов спасения людей при пожаре

2.1 Характеристики средств индивидуальной защиты органов дыхания стоящих на вооружении в подразделениях ФПС

До недавнего времени в подразделениях пожарной охраны дыхательные аппараты со сжатым воздухом были закреплены по групповому принципу – из расчета один аппарат на 3–4 газодымозащитника, который передавался по смене, при наличии у каждого газодымозащитника собственной лицевой части к аппарату.

В соответствии с концепцией до 2010 г. оснащение ГДЗС дыхательными аппаратами должно осуществляться по принципу индивидуального закрепления за газодымозащитниками, при этом кислородные изолирующие дыхательные аппараты с 4-часовым временем защитного действия должны применяться специальными подразделениями ГДЗС, выезжающими на тушение пожаров на автомобилях газодымозащитной службы (АГДЗС).

На сегодняшний момент переход на эксплуатацию дыхательных аппаратов со сжатым воздухом, закрепленных по индивидуальному принципу, завершен не полностью [31]. Анкетный опрос подразделений ГПС, проведенный ФГБУ ВНИИПО МЧС России, показал, что в настоящее время только в 44% гарнизонов применяется индивидуальный принцип закрепления ДАСВ, а в 56% используется коллективный принцип закрепления ДАСВ (рисунок 8).

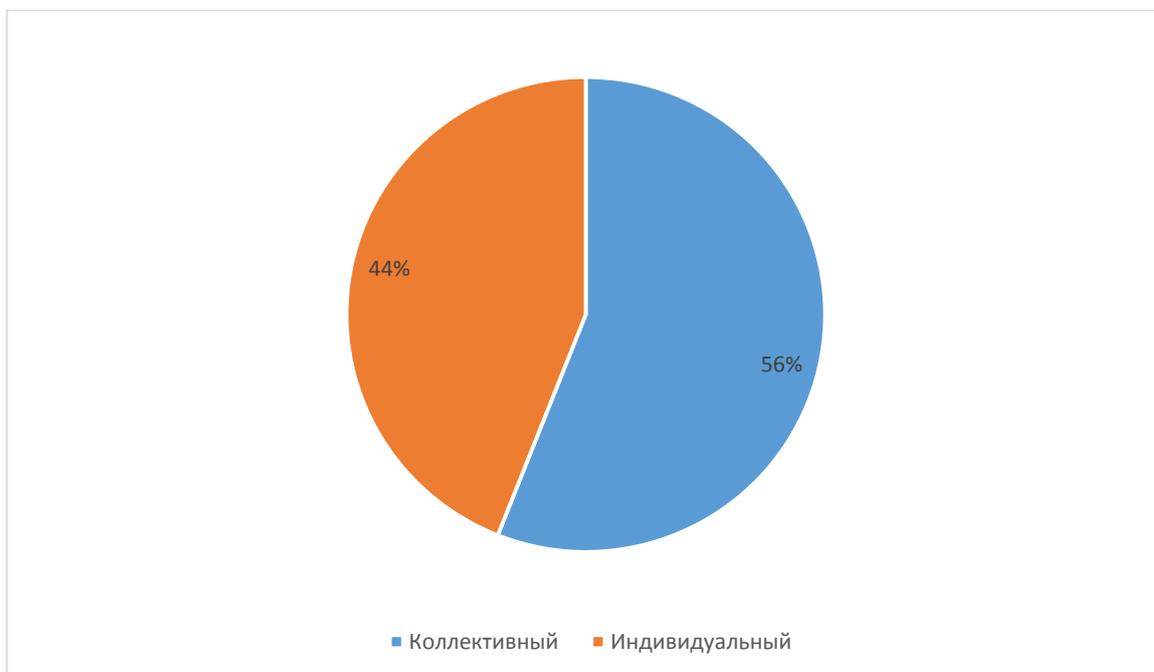


Рисунок 8 – Принцип закрепления дыхательных аппаратов

В настоящее время современные СИЗОД должны сочетать в себе удобство и надежность при работе в непригодной для дыхания среде, стойкость к внешним воздействиям. В современных СИЗОД применяются новые конструкторские материалы, обладающие тепло- и огнестойкими свойствами. Современные дыхательные аппараты и лицевые части обладают улучшенными эргономическими показателями, расширенным диапазоном рабочих температур и оборудованы электронными устройствами (способными контролировать и передавать данные по беспроводной связи на пост безопасности, находящийся на свежем воздухе) [32].

На сегодняшний момент в зарубежных странах наметилась тенденция оснащения лицевых частей телефонно-микрофонными гарнитурами и радиокommunikационными устройствами. В России лицевые части, оснащенные телефонно-микрофонными гарнитурами и радиокommunikационными устройствами, в подразделениях пожарной охраны практически отсутствуют.

Анкетный опрос подразделений ГПС об использовании спасательных устройств позволил установить, что в целом по стране в течение одного года

они применялись более 1195 раз в год. Также из анкетного опроса было установлено, что в качестве спасательного устройства в подразделениях пожарной охраны в основном применяются устаревшие спасательные устройства со шлем-маской (рисунок 9).

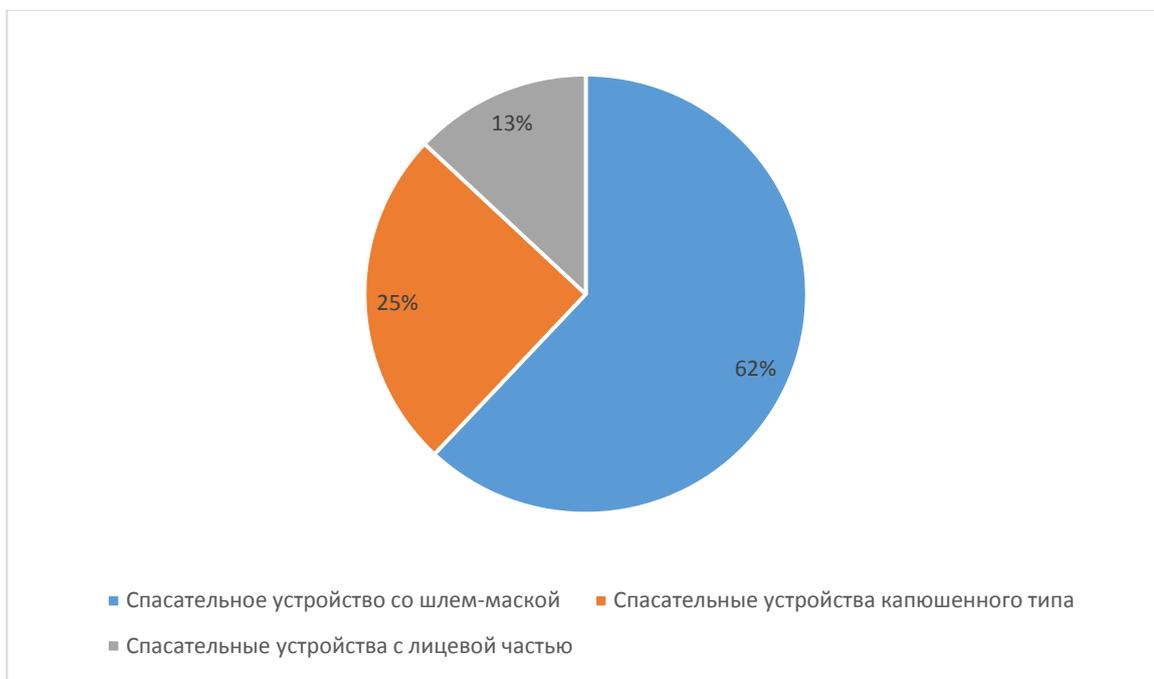


Рисунок 9 – Комплектация дыхательных аппаратов спасательными устройствами

Положениями ГОСТ Р 53255-2009 на дыхательные аппараты со сжатым воздухом, вступившего в действие с 01.05.2009, запрещено комплектование шлем-масками новых ДАСВ.

На сегодняшний момент наиболее перспективным в качестве спасательного устройства является использование спасательных устройств капюшонного типа, вместо полнолицевых масок.

Для защиты органов дыхания создано множество бытовых и промышленных средств индивидуальной защиты (СИЗ). Они значительно повышают шансы на выживание при возникновении различных происшествий, связанных с выбросом в воздух опасных для здоровья веществ. К одним из самых эффективных средств защиты относят самоспасатель изолирующий. Рассмотрим технические характеристики таких

устройств, их назначение, принцип функционирования и иные особенности.

Самоспасатели – средства, которые защищают органы дыхания, глаза, а также кожу лица и шеи человека от продуктов горения и других токсичных компонентов. Визуально они выглядят как капюшоны, оборудованные смотровыми экранами для обеспечения человеку видимости. Для их изготовления используются материалы, обладающие стойкостью к высоким температурам и способные отражать тепловую энергию. Изолирующие самоспасатели не позволяют человеку контактировать с загрязненным воздухом. Их принцип действия рассчитан на полную изоляцию дыхательных органов и глаз от внешней среды. Такие СИЗ оборудованы баллоном со сжатым воздухом или с химически связанным кислородом (в зависимости от модели). Через него в маску подается чистый воздух.

В зависимости от назначения средства индивидуальной защиты при пожаре подразделяются на:

- средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (самоспасатели);
- средства защиты кожных покровов тела человека (специальные огнестойкие накидки).

По назначению изолирующие самоспасатели подразделяются на:

- самоспасатели общего назначения с номинальным временем защитного действия не менее 15 мин;
- самоспасатели специального назначения с номинальным временем защитного действия не менее 20 мин.

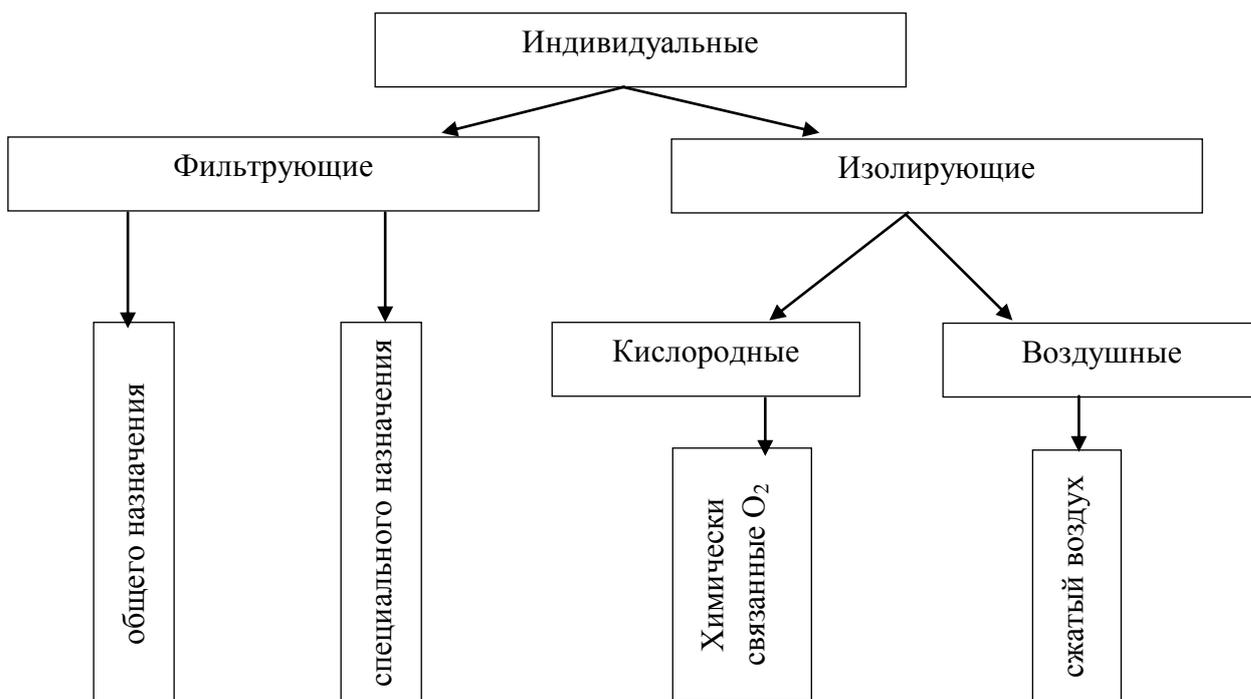


Рисунок 10 – Классификация средств индивидуальной защиты при пожаре

В подразделения пожарной охраны в качестве средств защиты органов дыхания (далее СИЗОД) применяются различные виды дыхательных аппаратов. По способу защиты СИЗОД подразделяются на:

- фильтрующие;
- изолирующие.

К фильтрующим СИЗОД можно отнести респираторы и фильтрующие противогазы. Данные устройства могут защитить от механических загрязнений, таких как дым или пыль, но бессильны перед такими опасными факторами пожара, как низкий уровень кислорода в воздухе или высокая концентрация CO , CO_2 и других отравляющих газов во вдыхаемом воздухе.

Любое фильтрующее СИЗОД с принудительной подачей воздуха состоит из лицевой части, соединительной трубки и блока подачи воздуха (БПВ), состав рассматриваемого СИЗОД отражен на рисунке 11.

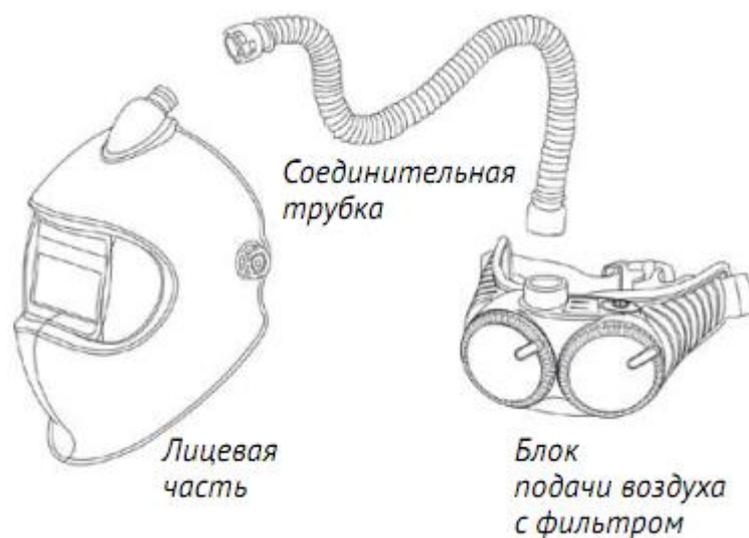


Рисунок 11 – Состав фильтрующего СИЗОД

Фильтры, используемые в составе фильтрующих СИЗОД, делятся по назначению на противоаэрозольные, противогазовые и комбинированные, а по защитным свойствам - на фильтры низкой, средней, и высокой эффективности. Фильтрующие блоки подачи воздуха предназначены для защиты органов дыхания от аэрозолей, газов и паров в сочетании с аэрозолями. БПВ в зависимости от лицевой части обеспечивают коэффициент защиты от 50 до 2000. Загрязненный воздух рабочей зоны забирается вентилятором, проходит через фильтр, очищается от вредных веществ и по соединительной трубке поступает под лицевую часть, создавая под ней избыточное давление, препятствующее проникновению загрязненного воздуха. БПВ подают воздух под лицевую часть постоянно, а система управления вентилятором поддерживает расход на заданном уровне.

Используются самоспасатели при эвакуации людей из офисных зданий, торговых центров, любых административных, производственных и бытовых помещений, многоэтажных жилых зданий и др. при возникновении пожара или любых аварий с выделением химически опасных веществ, а также при эвакуации из шахт при нарушении или прекращении подачи воздуха и т.д. Самоспасатели имеют ограниченное время действия, поэтому продолжительные работы в них не проводятся. Поэтому при выборе

самоспасателя всегда стоит убедиться, что предполагаемое время его использования будет больше, чем время защитного действия, заявленное производителем.

Самоспасатели могут использоваться как простым населением для эвакуации из опасной зоны, так и спасательными бригадами, которые отвечают за сам спасательный процесс. Для самостоятельной эвакуации и защиты населения предназначены самоспасатели общего назначения, а для работников спасательных служб – самоспасатели специального назначения. У аппаратов общего назначения время защитного действия обычно меньше, чем у специализированных устройств [33]. Это связано и с тем, что защитный эффект сильно зависит и от интенсивности использования самоспасателя – в режиме ожидания защита длится дольше нежели при активных работах.

Фильтрующие СИЗОД находят применение в воздушных средах с содержанием кислорода не менее 20%, концентрации вредных веществ не более 0.5% и могут использоваться с лицевыми частями в виде масок, полумасок, капюшонов и шлемов.

Фильтрующий самоспасатель в значительной степени отличается от фильтрующего противогаза не только своим защитным действием, но и эксплуатационными характеристиками. По сравнению с противогазами, фильтрующий самоспасатель способен защитить от гораздо большего количества вредных веществ, в том числе от угарного газа и практически всех опасных химикатов. Материалы самоспасателя, в отличии от составляющих противогаза, не воспламеняются и легко переносят очень высокие температуры, а также не нагреваются и не повреждают кожу. Самоспасатель имеет универсальный размер, подходящий как взрослым, так и детям, в то время как размер противогаза нужно подбирать.

В прочих условиях (содержание кислорода в воздухе менее 20%, замкнутые пространства, смертельная концентрация вредного вещества в воздухе) применяются, в том числе и в качестве средств защиты ГДЗС -

СИЗОД изолирующего типа, такие как дыхательные аппараты со сжатым кислородом и дыхательные аппараты со сжатым воздухом. Данные типы дыхательных аппаратов имеют запас воздуха или кислорода для дыхания и позволяют выполнять задачи не только в условиях пожара, но и при различных авариях связанных с выходом АХОВ.

При использовании противогаза фильтрующего типа его пользователь дышит окружающим воздухом, прошедшим очистку в ФПС (фильтрующее-поглощающая система, далее – фильтр) от вредных веществ (газов, паров, аэрозолей).

«Затем очищенный воздух попадает под лицевую часть и в органы дыхания. При выдохе воздух из-под лицевой части, минуя фильтр, выходит наружу. Поглощение газов и паров осуществляется за счет адсорбции, хемосорбции и катализа, а поглощение аэрозолей – путем фильтрации» [3].

«Адсорбция – поглощение газов и паров поверхностью твердого тела, называемого адсорбентом» [3]. В противогазах адсорбентом является активированный уголь. Это пористое вещество имеет развернутую активную поверхность (поверхность 1г активного угля составляет 400–800 кв. м). «Фильтрация аэрозолей осуществляется противоаэрозольным фильтром, изготовленным из волокнистых материалов, которые образуют сетку. Проходя через нее, аэрозоли задевают за волокна и удерживаются на них» [3].

Существует широкая номенклатура фильтрующих противогазов, выбор которых в значительной степени зависит от назначения противогаза, а также от условий, в которых они должны использоваться: от состава, агрегатного состояния и количественного содержания веществ в воздухе.

Рассмотрим фильтрующий гражданский противогаз ГП-21-У (ГП-21-В). Противогаз гражданский фильтрующий ГП-21-У (ГП-21-В) предназначен для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от отравляющих веществ, радиоактивных веществ, аварийно-химически опасных веществ ингаляционного действия, находящихся в воздухе в виде газов, паров и

аэрозолей, а также от биологических (бактериальных) средств в условиях чрезвычайных ситуаций.

Противогаз комплектуется лицевой частью МП-3 с панорамным стеклом, комбинированным специальным фильтром марки А1В1Е1КНgР3D в цельнометаллическом корпусе, сумкой для хранения и ношения противогаза, руководством по эксплуатации и паспортом [34].

Ключевые преимущества противогаза ГП-21-У

- маска категории 3 (С13) – маска специального назначения для применения в условиях аварий;
- разборчивость речи при надетом противогазе – не менее 80 %;
- низкий профиль маски – совместимость с любыми средствами защиты головы;
- прочный цельнометаллический комбинированный фильтр;
- два узла клапанов вдоха, возможность крепления фильтра с правой и с левой стороны.
- «самозатягивающиеся» лямки оголовья упрощают надевание и снятие противогаза.

Неискажающее панорамное стекло не разрушается при механических воздействиях, площадь поля зрения более 70%. Подмасочник препятствует запотеванию и обмерзанию панорамного стекла. Температурный диапазон эксплуатации — от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, при относительной влажности воздуха до 100%.

Методы определения качества прилегания СИЗОД подразделяются на:

- качественные;
- количественные.

Качественный метод заключается в проведении тестов СИЗОД на испытателе при помощи специального оборудования. Тесты основаны на восприятии веществ, которые человек может легко идентифицировать на вкус и запах. Такое тестирование проводится вне производственного помещения, где нет выраженных запахов и пыли. Испытатель надевает

респиратор и специальный колпак на голову. Он изолирует пространство вокруг органов дыхания, и под него с помощью распылителя подается аэрозоль узнаваемых веществ (сахарин, изоамилацетат и т. д.). Задача исследования – определить, попадает ли вещество в органы дыхания испытуемого в обход фильтрующего полотна респиратора, то есть почувствует ли человек вкус или запах тестового вещества.

Суть количественных методов несколько в другом. Здесь сравнивается концентрация вредных веществ в окружающей среде и в подмасочном пространстве. Для этого используется счетчик аэрозольных частиц. Рассмотрим этот метод подробнее.

Для проведения количественной оценки СИЗОД испытуемый, находящийся в рабочей зоне, надевает СИЗОД. К нему подключается специальный датчик, фиксирующий частицы под фильтрующей полумаской. Другой датчик установлен снаружи респиратора. Важно отметить, что испытуемый надевает респиратор за пять минут до начала проверки, чтобы убедиться, что респиратор одет удобно.

Далее испытуемый должен проверить, правильно ли он одел СИЗОД. Счетчик аэрозольных частиц подключается к СИЗОД для проведения измерений, а затем испытуемый выполняет стандартные упражнения для имитации рабочего процесса. Они приведены в таблице.

Таблица 9 - Упражнения для проверки качества прилегания СИЗОД

Название упражнения	Суть упражнения
1	2
Нормальное дыхание	Испытуемый стоит, спокойно дышит, не разговаривает
Глубокое дыхание	Испытуемый стоит, дышит медленно и глубоко
Разговор	Испытуемый должен говорить вслух (считает до 100) медленно и достаточно громко, чтобы его услышал проверяющий
Вращение головы из стороны в сторону	Стоя на месте, испытуемый медленно поворачивает голову направо и налево до крайнего положения с каждой стороны. В крайних положениях голова приостанавливается, делается вдох

Продолжение таблицы 9

1	2
Движение головы вверх и вниз	Испытуемый стоит на месте, медленно поднимает и опускает голову, делает вдох в верхнем положении (когда смотрит на потолок)

В конце каждого упражнения счетчик аэрозольных частиц автоматически останавливается, вычисляя коэффициент защиты (КЗ) упражнения. Счетчик рассчитывает значение коэффициента защиты для всей проверки, выдает сообщение о положительном или отрицательном результате проверки. При положительном результате проверка завершается.

2.2 Характеристики изолирующих самоспасателей, применяемых для эвакуации и спасения людей при пожаре

Для спасения людей при пожаре в комплектацию пожарных автомобилей входят изолирующие самоспасатели. Эти портативные устройства, являющиеся по своей сути изолирующими противогазами, имеют время защитного действия значительно ниже чем у дыхательных аппаратов, применяемых газодымозащитниками, но достаточное для выхода на свежий воздух из зоны воздействия опасных факторов пожара. Кроме того, самоспасатели просты в эксплуатации и не требуют специальных навыков в работе с ним. Классификация изолирующих СИЗОД представлена на рисунке 12.



Рисунок 12 – Классификация изолирующих СИЗОД

По назначению изолирующие СИЗОД разделяются на средства:

- «предназначенные для проведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ (в дальнейшем называемых «для аварийных работ»);

- используемые для эвакуации из мест с непригодной для дыхания атмосферой (для них в технической литературе принято название «самоспасатели»)» [1].

Отличия изолирующих противогозаов от фильтрующих в том, что их пользователи дышат не окружающим атмосферным воздухом, а чистым воздухом из другого источника.

Такие противогозаы делят на два вида по типу источника: автономные дыхательные аппараты (когда используется баллон со сжатым воздухом) и шланговые (когда воздух подаётся по шлангу из внешнего источника, например, трубопровода сжатого воздуха).

Самоспасатели изолирующего типа не допускают контактов с внешней загрязненной атмосферой, они полностью изолируют органы дыхания и зрения от внешней среды. Такие аппараты имеют в своем составе баллон со сжатым воздухом.

Изолирующие самоспасатели применяются при любой концентрации

отравляющих веществ. Также, подобные аппараты пригодны для применения в замкнутых пространствах при пожаре, при полном отсутствии кислорода, например, под водой, при неизвестном составе вредных веществ в воздухе.

Действие самоспасателя зависит как от активности находящегося в нем человека, так и от концентрации в воздухе вредных веществ. Так, если человек использует самоспасатель в состоянии покоя (в процессе ожидания помощи), то длительность работы аппарата будет значительно дольше, чем при его применении во время активных действий. Также, время защиты самоспасателей сокращается при повышенной концентрации вредных примесей в воздухе, и наоборот – действие аппарата будет более продолжительным при небольшой атмосферной загрязненности. В случае чрезмерного загрязнения чистого воздуха вредными примесями некоторые модели самоспасателей для использования исключаются.

Внешний вид самоспасателя представлен на рисунке 17.



1 – прозрачное смотровое стекло, 2 – корпус капюшона, 3 – внутренняя эластичная тесьма, 4 – направляющая вставка оголовья, 5 – внешняя регулировочная тесьма оголовья, 6 – эластичный шейный обтюратор, 7 – фильтрующе-сорбирующие элементы, 8 – манжеты для крепления фильтров, 9 – клапан выдоха с клапанной накладкой, 10 – лицевой обтюратор

Рисунок 13 – Внешний вид изолирующего самоспасателя

Достоинства изолирующих самоспасателей:

– надежная защита органов дыхания как от угарного газа, возникающего при пожарах, так и от любых опасных химических соединений;

– способность материалов выдерживать высокие температуры и не

воспламеняться;

- отсутствие нагрева, за счет чего исключены риски повреждения кожи;

- универсальный размер (благодаря использованию эластичных материалов одно и то же СИЗ подойдет как ребенку, так и взрослому).

Сфера применения изолирующих самоспасателей обширна. Они используются в следующих случаях:

- при эвакуации людей в случае возникновения пожаров в помещениях любых назначений (зданий жилого, административного, производственного, коммерческого и других типов);

- при эвакуации во время аварий, связанных с выделением в воздух опасных для жизни компонентов;

- при выведении людей из шахт в случае нарушения или прекращения подачи воздуха [35].

Рассмотрим изолирующий противогаз ПШ-1-155. Противогаз изолирующий шланговый ПШ-1-155 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица человека от любых вредных примесей в воздухе, независимо от концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны, для работы в емкостях, колодцах, цистернах, отсеках, резервуарах и замкнутых ограниченных объемах.

Безопасность работы в дыхательном аппарате обеспечивается сочетаемостью воздухоподводящей шланговой линии, элементов амуниции и страховочной привязи.

Противогаз ПШ-1-155 представляет одноканальный изолирующий дыхательный аппарат, снабжающий пользователя чистым воздухом через шланг подачи воздуха за счет дыхания человека. Время защитного действия не ограничено.

Резинотканевый воздухоподводящий шланг армирован проволочной спиралью для уменьшения вероятности резкого перегиба или сплющивания шланга.

Работающий в противогазе должен обслуживаться помощником, который находится в чистой зоне (из нее поступает по шлангу пригодный для дыхания воздух) и осуществляет связь с работающим посредством визуально-голосовых сигналов. Для совместной работы необходима слаженность и предварительная подготовка.

Ключевые преимущества противогаза ПШ-1-155:

- время защитного действия не ограничено;
- возможно обеспечение безопасности при проведении работ в замкнутых емкостях и газоопасных работ на высоте;
- безопасность и удобство работы обеспечивается сочетанием воздухоподводящей шланговой линии, элементов амуниции и страховочной привязи.

Конструкция обеспечивает проведение газобезопасных работ в соответствии с положениями инструкции «Типовая инструкция по организации безопасного проведения работ» от 20 февраля 1985 г. и проведение работ, подпадающих под требования правил проведения работ на высоте в соответствии с приказом Минтруда России №155н от 28 марта 2014 г. «Об утверждении правил по охране труда при работе на высоте». Входящая в состав противогаза привязь страховочная антистатическая ПС-03 АС (ГОСТ Р EN 361-2008) служит для обеспечения страховки от падения с высоты и экстренной эвакуации людей из опасных зон.

Основные пожарные автомобили, такие как автоцистерна, автомобиль пожарно-спасательный, автомобиль первой помощи, автомобиль насосно-рукавный и т.д. должны комплектоваться изолирующими самоспасателями из расчёта 3 шт. на одно отделение. Таким образом звено ГДЗС из 3 человек способно обеспечить воздухом для дыхания 6 человек и обеспечить выход их на свежий воздух, при возможности самостоятельно передвигаться.

2.3 Оценка тактических возможностей подразделений ФПС при использовании штатных средств спасения

«Определяем время свободного развития пожара $\tau_{св}$ до прибытия первого пожарного подразделения» [11] по формуле

$$T_{CB} = T_{\delta c} + T_{сб} + T_{сл1} + T_{бр}, \quad (1)$$

где $\tau_{\delta c}$ - «промежуток времени от начала возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану, мин» [11];

$\tau_{сб}$ - «время сбора л/с боевых расчетов по тревоге, мин (принимается равным 1 мин)» [11];

$\tau_{сл}$ - «время следования подразделений на пожар, мин» [11];

$\tau_{бр}$ - «время боевого развертывания пожарных подразделений, мин. (принимаем 3 минуты)» [11].

$$T_{CB} = 1 + 1 + 1 + 3 = 6 \text{ мин}$$

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл}}, \quad (2)$$

где «L – путь от ПЧ до места пожара, км» [11];

$V_{сл}$ – скорость движения пожарного автомобиля по твердом покрытию, равная 45 км/ч.

$$T_{сл1} = \frac{60 \times 0,6}{45} = 1 \text{ мин}$$

«Расчёт пути, пройденного огнём» [11]:

$$R = 0.5V_{л} \cdot T_{св}, \quad (3)$$

где R – «радиус развития пожара» [11];

$V_{\text{л}}$ – «линейная скорость распространения горения, 1 м/мин» [11].

$$R = 0.5 \cdot 1 \cdot 6 = 3,$$

«Определение площади пожара» [11]:

$$S_{\text{п}} = \pi \cdot R^2, \quad (4)$$

где R – «радиус развития пожара» [11].

$$S_{\text{п}} = 3,14 \cdot 3^2 = 28,26 \text{ м}^2,$$

«Определение площади тушения пожара» [11]:

При условии развития пожара по круговой форме, при $R \leq h$, принимаем $S_{\text{п}} = S_{\text{т}}$.

«Определение требуемого расхода воды для локализации при тушении по фронту» [11]:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{т}}$ – «площадь тушения пожара» [11];

$I_{\text{тр}}$ – «интенсивность подачи воды для тушение пожара» [11], л/м²с.

$$Q_{\text{тр}} = 28,26 \cdot 0,1 = 2,38 \text{ л/с},$$

«Определение требуемого количества стволов для локализации и тушения пожара» [11]:

$$N_{\text{ст}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{q_{\text{ст}}}, \quad (6)$$

где $Q_{\text{тр}}^{\text{т}}$ – «требуемый расход огнетушащих веществ на тушение, л/с»

[11];

$q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [11], л/с.

$$N_{\text{ст}}^{\text{T}} = \frac{2,38}{3,7} = 0,64 \approx 1 \text{ ствол «РСК-50»},$$

«Определение требуемого расхода на защиту» [11]. Исходя из конструктивной особенности здания на защиту путей эвакуации 1 ствол РСК-50, на охлаждение перекрытий 1 ствол РСК-50, на защиту кровли 1 ствол РСК-50.

«Определение общего фактического расхода воды на ликвидацию горения и защиту» [11]:

$$Q_{\text{ф}} = (N_{\text{ст}}^3 \cdot q_{\text{ст}}) + (N_{\text{ст}}^{\text{T}} \cdot q_{\text{ст}}), \quad (7)$$

где $q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [11], л/с;

$N_{\text{ст}}^3$ – количество стволов на защиту, шт.;

$N_{\text{ст}}^{\text{T}}$ – количество стволов на тушение, шт.

$$Q_{\text{ф}} = (1 \cdot 3,7) + (3 \cdot 3,7) = 14,8 \text{ л/с},$$

«Проверим обеспеченность объекта водой для целей пожаротушения» [11]. «Водоотдача наружного противопожарного водопровода» [11] К-150 по справочным данным, при напоре 40 м в.ст., составит 95 л/с ($Q_{\text{вод}}$), «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [11], составляет 14,8 л/с ($Q_{\text{ф}}$). При этом $Q_{\text{ф}} < Q_{\text{вод}}$ «Таким образом: объект водой обеспечен полностью при напоре 40 метров» [11].

«Определение требуемого количества пожарных автомобилей» [11]:

$$N_{\text{па}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 0,8, \quad (8)$$

где $Q_{\text{ф}}$ – «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [11];

$Q_{\text{н}}$ – «производительность насоса» [11], л/с;

0,8 – «коэффициент, учитывающий износ насоса» [11].

$$N_{\text{па}} = \frac{14,8}{40} \cdot 0,8 = 0,3 \approx 1, \text{ АЦ},$$

«Определим предельной длины прокладки магистральных линий» [11]:

$$L_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{н}} - (H_{\text{р}} \pm Z_{\text{м}} \pm Z_{\text{ст}})}{S \cdot Q^2} \cdot 20, \quad (9)$$

«где $L_{\text{пр}}$ – предельное расстояние подачи огнетушащих веществ, м;

$H_{\text{н}}$ – напор на насосе, м;

$H_{\text{р}}$ – потери напора на разветвлении, м ($H_{\text{р}} = H_{\text{ств}} + 10$);

$Z_{\text{м}}$ – высота подъема местности, м;

$Z_{\text{ств}}$ – наибольшая высота подъема стволов, м;

20 – длина рукава, м;

S – сопротивление одного прорезиненного рукава диаметром 77 мм;

Q – расход по одной максимально загруженной магистральной рукавной линии» [11].

$$L_{\text{пр}} = \frac{100 - (50 \pm 0 \pm 0)}{0,015 \cdot 14,8^2} \cdot 20 = 304,8 \text{ м},$$

Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии до 20 м от объекта, их использование возможно. «Определим необходимое количество личного состава» [11]:

$$N_{\text{л/с}} = (N_{\text{ГДЗС}} \cdot 3) + N_{\text{р}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{св}}, \quad (10)$$

где $N_{\text{ГДЗС}}$ – «количество людей, задействованных в звеньях ГДЗС на

тушении и защите» [11];

N_p – «количество личного состава на разветвлениях» [11];

$N_{пб}$ – «количество личного состава на постах безопасности» [11];

$N_{св}$ – «количество связных» [11].

$$N_{л/с} = (4 \cdot 3) + 2 + 4 + 5 = 23 \text{ человека,}$$

«Определим количество отделений основного назначения» [11]:

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{4}, \quad (11)$$

$$N_{отд} = \frac{23}{4} = 5,7 = 6 \text{ отделений.}$$

Таким образом, для ликвидации возгорания необходимо 6 пожарных отделений.

2.4 Предложения по комплектованию пожарных автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами

В настоящий момент на многих пожарных автомобилях отсутствуют изолирующие самоспасатели, так как комплектация подобными устройствами является дополнительной, а не основной мерой и зависит от задач, которые поставлены перед звеном ГДЗС. В остальных случаях спасение людей звеньями ГДЗС осуществляется только при помощи штатных спасательных устройств дыхательных аппаратов. Если же укомплектовать пожарные автомобили средствами изолирующего типа на обязательной основе для всех звеньев, то это позволит вдвое увеличить количество людей, спасаемых из зоны воздействия опасных факторов пожара.

Если каждый пожарный автомобиль укомплектовать изолирующими

самоспасателями из расчета 1 аппарат на каждого газодымозащитника, то количество людей, которых может вывести одно звено ГДЗС из 3 человек может вырасти 9.

Информационно-патентный поиск технических решений, направленного на улучшение техносферной безопасности представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Разработка проекта технического решения, направленного на улучшение техносферной безопасности

Наименование технического решения	Известные технические решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений
1	2	3	4
Спасательное устройство капюшонного типа и дыхательный аппарат с таким спасательным устройством	В качестве примеров известных технических устройств, функционирующих по отмеченному выше физическому принципу, могут быть указаны, в частности: различного типа спасательные устройства к дыхательным аппаратам: - патент на изобретение	К полезным преимуществам использования указанных выше технических устройств следует отнести возможность обеспечить воздухом для дыхания спасаемого человека из дыхательного аппарата спасателя	К отрицательным техническим характеристикам следует отнести возможность спасения только одного человека одним спасателем, уменьшение времени защитного действия дыхательного аппарата, при подключении спасательного
	RU 67451U1, МПК А62В 7/02 (опубликована 27.10.2007); - патент на изобретение US4807614, МПК А62В18 (опубликована 28.02.1989); - US5113854, МПК А62В21 (опубликована 27.05.1992);		устройства
Самоспасатель фильтрующий	К самоспасателям фильтрующим относятся: RU142069U1, МПК А62В 18/02 (опубликовано 20.06.2014); - RU66966U1, МПК А62В 7/10 (10.10.2007);-	К преимуществам данного технического решения можно отнести возможность использования устройства спасаемым самостоятельно,	Основной недостаток устройства в том, что оно не защищает спасаемого от воздействия угарного и других ядовитых газов,
	RU95524U1, МПК А62В17/00 (07.10.22010); - RU124159U1, МПК А62В18/00 (опубликовано 20.01.2013); - DE 3921603 А1, МПК А62В23/2 (опубликовано 20.08.2013).	без помощи спасателя	выделяемых в воздух при горении

Продолжение таблицы 10

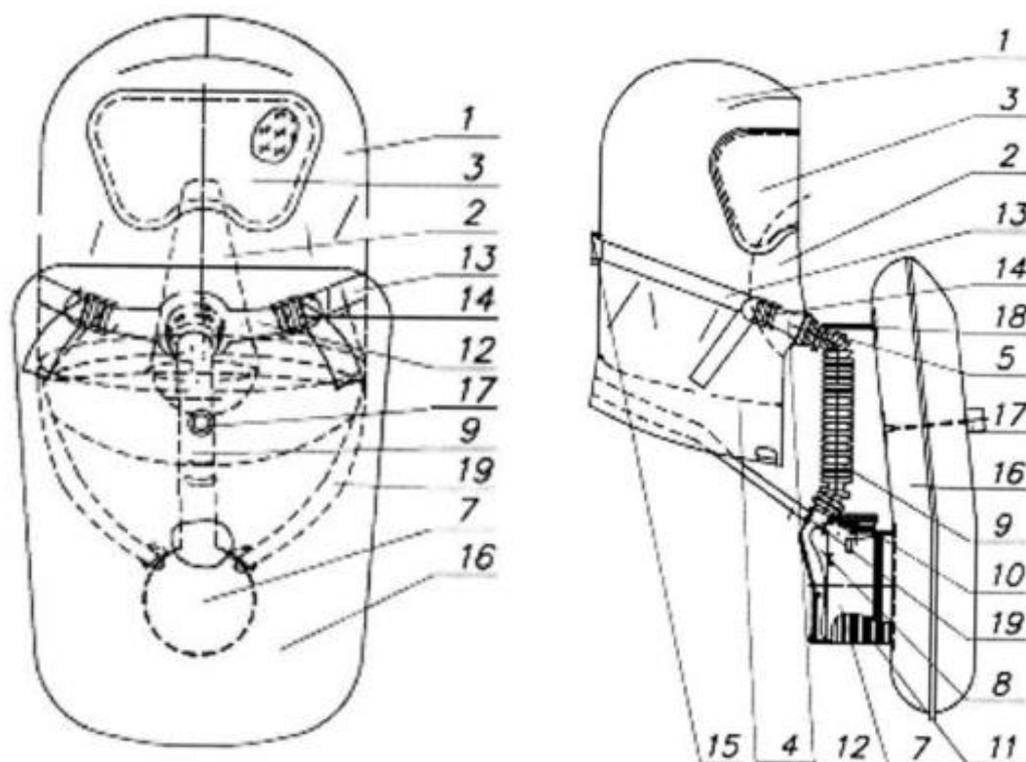
<p>Портативный изолирующий дыхательный аппарат на химически связанном или сжатом кислороде</p>	<p>К портативным изолирующим дыхательным аппаратам относятся: - RU2 205 670 C1, МПК А62В7/8 (опубликовано 06.10.2003); - А.С. СССР 1106517, МПК А 62 В7/08 (опубликовано 07.08.1987); - SU180490А1, МПК А62В7/02 (21.03.1966); - RU2 526 916С2, МПК А62В7/08 (27.08.2014); RU 196455, МПК А62В7/02, 2006.01 (опубликовано 04.03.2020).</p>	<p>К преимуществам дыхательных систем на сжатом или химически связанном кислороде можно отнести защиту от всех возможных загрязнений воздуха и большое время защитного действия</p>	<p>Недостатками дыхательных аппаратов на сжатом или химически связанном кислороде является высокая стоимость, сложность перезарядки и обслуживания</p>
<p>Вспомогательные устройства (держатели)</p>	<p>Держатель самоспасателя ШСС-ТМ, ЦТКЕ.8.092.000 РЭ; Держатель самоспасателя OSR 40 RU 2694539, МПК А62В9/04, 2006.01 (опубликовано 16.070.2019).</p>	<p>Для предусмотренного инструкцией перемещения самоспасателя на грудь ближе к дыхательным путям, приходится предварительно пряжкой регулировать размер петли элемента удержания и перекидывать его на шею для обеспечения дыхания с помощью самоспасателя, что отнимает время в аварийной ситуации. Отсутствие признаков, исключающих нагрузку на позвоночник. При загазованности воздуха на перемещение такого самоспасателя с множеством ремней и пряжек на грудь и подводку загубника ко рту потребуются значительный расход времени, что может привести к поражению человека газом. Кроме того, конструкции такого пояса с множеством ремней и металлических деталей, делает его сложным в изготовлении и повышает его стоимость.</p>	<p>Благодаря стабилизации удержания самоспасателя на поясице, создает более благоприятные условия для выполнения работ. Размещение самоспасателя с разработанным держателем на поясице с опорой на таз, исключает дополнительную нагрузку на позвоночник от веса самоспасателя и, даже при длительном его ношении, снижает вероятность развития заболеваний позвоночника. В аварийной ситуации с распространением газа, обеспечение бортов держателя застежками из ткани велькро, ускоряет снятие держателя и размещение его на шее, что позволяет более быстро начать использование самоспасателя для дыхания. Упрощение изготовления устройства снижает его себестоимость и создает возможность достижения экономического эффекта.</p>

Сущность разрабатываемого решения заключается в возможности обеспечить спасаемого при пожаре воздухом пригодным для дыхания. Во время спасения из зоны задымления органы дыхания человека подвергаются воздействию дыма, оксида углерода, двуокиси углерода, а также низкой концентрации кислорода и высокой концентрации различных отравляющих веществ, содержащихся во вдыхаемом воздухе. Защита органов дыхания, спасаемого позволит сохранить ему сознание, способность самостоятельно передвигаться, что позволяет ускорить процесс спасения и сохранить здоровье спасаемому.

После патентно-информационного анализа к внедрению предлагается самоспасатель согласно патенту RU 196455, автор Л.А. Зайцева, А.О. Антонов [21].

Полезная модель относится к средствам индивидуальной защиты органов дыхания и предназначен для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от токсичных продуктов горения при эвакуации из помещений во время пожара (аварии), а также в атмосфере с пониженным содержанием кислорода или при его отсутствии.

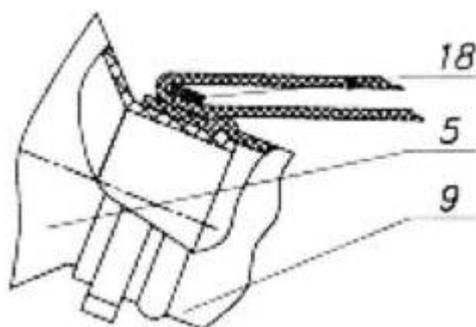
Общий вид самоспасателя, вид спереди и сбоку представлен на рисунке 14.



1 – капюшон, 2 – полумаска, 3 - смотровое окно, 4 – obtюратор, 5 – патрубок, 6 – теплообменник, 7 - регенеративный патрон, 8 - распределительное устройство, 9 - гофрированная трубка, 10 - пусковое устройство, 11 - пояс защитный, 12 – стяжка, 13 - лента натяжная, 14 – пряжка, 15 - узел крепления ленты на капюшоне, 16 - дыхательный мешок, 17 - клапан избыточного давления, 18 – шлевка, 19 - ремень шейный, 20 – пакет, 21 - надрез на пакете.

Рисунок 14 - Общий вид самоспасателя

На рисунке 15 показано соединение патрубка с гофрированной трубкой и соединение капюшона с дыхательным мешком.



5 – патрубок, 9 - гофрированная трубка, 18 – шлевка

Рисунок 15 - Соединение патрубка с гофрированной трубкой и соединение капюшона с дыхательным мешком

Помимо основного устройства самоспасателя, возможны его модификации.

1. Регенеративный патрон может быть заключен в защитный пояс из упругого материала.

2. Смотровое окно капюшона может быть снабжено незапотевающей пленкой, закрепленной на внутренней стороне смотрового окна.

3. Между отличительными признаками и достигаемым техническим результатом существует следующая причинно-следственная связь.

Снабжение регенеративного патрона пусковым устройством в виде пускового брикета и ампулой с пусковой жидкостью обеспечивает:

- подачу кислорода в первые минуты включения самоспасателя в работу;
- подогрев регенеративного продукта для активизации его работы;
- первоначальное заполнение дыхательного мешка кислородом для обеспечения дыхания в самоспасателе сразу же после включения его в работу.

Соединение дыхательного шланга с узлом изоляции органов дыхания в виде капюшона и размещенной в нем полумаской, соединенной с дыхательным шлангом закрепленным на полумаске патрубком с установленным в нем рекуперативным теплообменником, обеспечивает:

- удобство пользования самоспасателем, в том числе обеспечение возможности для пользователя вести переговоры;
- удобство пользования самоспасателем пользователем в очках;
- охлаждение вдыхаемого воздуха до комфортной температуры;
- уменьшение сопротивления дыханию и исключение попадания слюны в гофрированную трубку.

Установка на патрубке стяжки, снабженной пряжками, в которых установлены натяжные ленты, один из концов которых закреплен на капюшоне, обеспечивает:

- равномерное прилегание полумаски к лицу пользователя, исключая

подсос воздуха из окружающей среды;

- возможность регулирования прижимающего усилия полумаски, что необходимо для пользователей с волосатым покровом (борода, усы) на лице.

Снабжение дыхательного мешка в верхней части шлевкой, закрепленной на гофрированном шланге, и соединение регенеративного патрона ремнями с капюшоном обеспечивает повышение удобства пользования самоспасателем за счет фиксации дыхательного мешка и регенеративного патрона относительно капюшона.

Заклучение регенеративного патрона в защитный пояс из упругого материала обеспечивает повышение безопасности при работе самоспасателя за счет исключения ожога при непреднамеренном прикосновении пользователя к разогретой стенке регенеративного патрона.

Снабжение смотрового окна капюшона незапотевающей пленкой, закрепленной на внутренней стороне смотрового окна, обеспечивает возможность использования самоспасателя в холодное время года при отрицательной температуре окружающей среды.

Совокупность существенных признаков заявляемой полезной модели не известна из уровня техники, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого объекта критерию «новизна».

Совокупность существенных признаков, характеризующих сущность полезной модели, может быть многократно использована в производстве различных модификаций самоспасателей с получением технического результата, заключающегося в повышении эффективности и надежности, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого объекта критерию «промышленная применимость».

«При возникновении опасной ситуации пакет извлекается из сумки или контейнера (не показаны), разрывается по надрезам и из него извлекается самоспасатель. Растягивая обтюратор через центральное отверстие, капюшон надевается на голову пользователя так, чтобы полумаска прилегала к носогубной части лица, а смотровое окно было расположено перед глазами

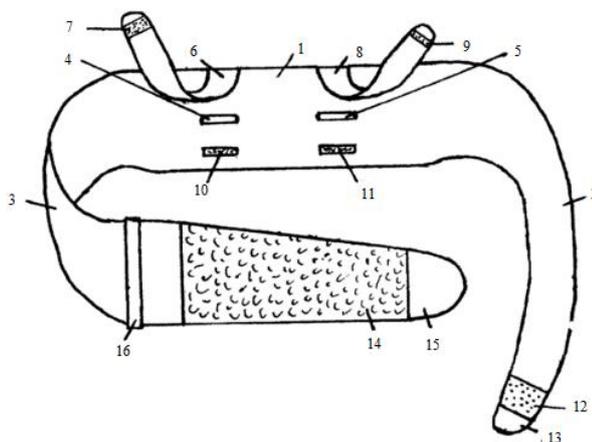
пользователя. После этого с помощью натяжных лент производится подгонка полумаски. При натяжении свободных концов натяжной ленты изменяется расстояние между пряжками, установленными на стяжке, и узлом крепления ленты на капюшоне. При этом на полумаску давление передается через стяжку. После одевания капюшона на голову пользователя включается пусковое устройство (путем разрушения ампулы и запуска пускового брикета в работу), вследствие чего генерируется кислород, который проходит через регенеративный патрон, заполняет дыхательный мешок и через распределительное устройство, гофрированную трубку, патрубков, теплообменник и полумаску поступает на вдох пользователю» [21].

Технический результат, обеспечиваемый полезной моделью, заключается в повышении безопасности и надежности работы самоспасателя за счет использования пускового устройства, а также возможности обеспечения плотного прилегания к лицу полумаски, закрепленной в капюшоне. Применение предложенной полезной модели позволяет повысить надежность работы и удобство использования самоспасателя.

Также для облегчения ношения самоспасателя предлагается устройство его удержания по патенту RU 2694539, автор В.С. Старых, Д.Н. Пазухин [20].

Изобретение относится к средствам индивидуальной защиты органов дыхания, изолирующим самоспасателям. Держатель самоспасателя, включает пояс со спинкой с двумя бортами из эластичной нерастяжимой ткани, причем в спинке выполнена полость под элемент жесткости, а у концов бортов прикреплены элементы застежек из ткани велькро, при этом петельный элемент застежки на внешней поверхности одного борта превышает длину крючкового элемента застежки на внутренней поверхности у конца другого борта. Согласно изобретению, в спинке и в размещенном в ее полости жестком вкладыше совместно выполнены две продольные сквозные прорези с возможностью проведения через них скоб самоспасателя, причем к верхнему краю спинки над каждой прорезью прикреплен ремешок с возможностью введения его нижнего конца через просвет скобы над

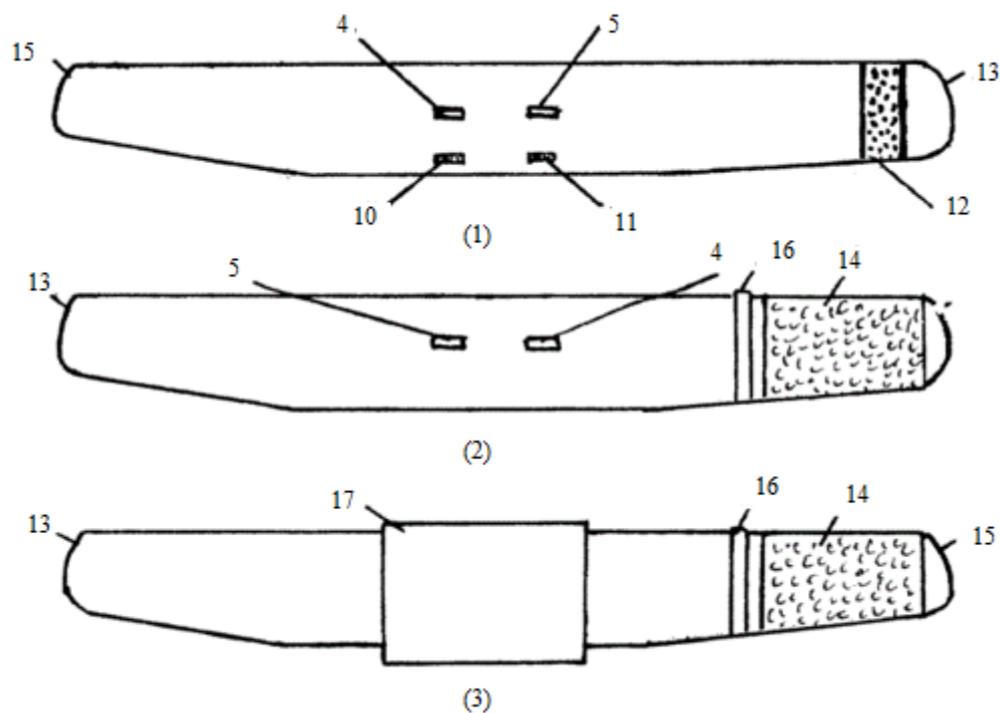
поверхностью спинки пояса. Общий вид держателя самоспасателя спереди представлен на рисунке 16.



1 - спинка устройства, выполненного в виде пояса, 2 - левый борт пояса, 3 - правый борт пояса, 4 - правая продольная прорезь в спинке держателя под металлическую скобу самоспасателя, 5 - левая продольная прорезь в спинке держателя под другую металлическую скобу самоспасателя, 6 - правый полый ремешок, 7 - крючковый элемент застежки из ткани велькро у конца правого ремешка 6, 8 - левый полый ремешок, 9 - крючковый элемент застежки из ткани велькро у конца левого ремешка 8, 10 - правый петельный элемент застежки из ткани велькро на спинке 1 под прорезью 4, 11 - левый петельный элемент застежки из ткани велькро на спинке 1 под прорезью 5, 12 - крючковый элемент застежки из ткани велькро левого борта 2, 13 - свободный конец левого борта 2, 14 - петельный элемент застежки из ткани велькро у конца правого борта 3, 15 - свободный от застежки конец правого борта 3, 16 - подвижная шлевка на правом борту 3

Рисунок 16 - Общий вид держателя самоспасателя

На рисунке 17 изображена деталь держателя (1) - пояс в развернутом состоянии (без ремешков с фиксаторами), вид пояса (2) с поверхности, прилежащей к самоспасателю, (3) - то же с прикрепленным самоспасателем, вид сзади.



4 - правая продольная прорезь в спинке держателя под металлическую скобу самоспасателя, 5 - левая продольная прорезь в спинке держателя под другую металлическую скобу самоспасателя, 10 - правый петельный элемент застежки из ткани, 12 - крючковый элемент застежки из ткани велькро левого борта 2, 13 - свободный конец левого борта 2, 14 - петельный элемент застежки из ткани велькро у конца правого борта 3, 15 - свободный от застежки конец правого борта 3, 16 - подвижная шлевка на правом борту 3

Рисунок 17 - Общий вид деталей держателя самоспасателя

При обычном режиме работы, держатель надежно удерживает дыхательный аппарат на поясице. В случае аварии с развитием загазованности воздуха опасными газами и необходимости размещения самоспасателя на груди с приближением маски или загубника дыхательного аппарата к верхним дыхательным путям, быстро расстегивают застежки бортов, застегивают их с укорочением длины пояса держателя и надевают на шею, как широкую лямку. Далее изолирующий самоспасатель используют по инструкции для обеспечения дыхания при покидании опасной зоны.

Существенность отличий заявленного устройства других заключается в следующем. Выполнение в спинке пояса и в размещенном в ее полости жестком вкладыше двух продольных совместимых сквозных прорезей с возможностью проведения через них скоб самоспасателя, обеспечивает

контактное соединение держателя с задней стенкой корпуса самоспасателя. Прикрепление к верхнему краю спинки над каждой прорезью ремешка с возможностью введения его нижнего конца через просвет скобы над поверхностью спинки пояса, способствует улучшению скрепления держателя с самоспасателем.

Таким образом, предлагаемое устройство, благодаря стабилизации удержания самоспасателя на пояснице, создает более благоприятные условия для выполнения работ. Размещение самоспасателя с разработанным держателем на пояснице с опорой на таз, исключает дополнительную нагрузку на позвоночник от веса самоспасателя и, даже при длительном его ношении, снижает вероятность развития заболеваний позвоночника, сохраняя здоровье людей тяжелого физического труда. В аварийной ситуации с распространением ядовитого газа, обеспечение бортов держателя застежками из ткани велькро, ускоряет снятие держателя и размещение его на шее, что позволяет более быстро начать использование самоспасателя для дыхания. Упрощение изготовления устройства снижает его себестоимость и создает возможность достижения экономического эффекта.

Изобретение направлено на улучшение условий выполнения работ по спасению, профилактику заболеваний позвоночника, ускорение обеспечения дыхания самоспасателем в загазованной воздушной среде и в достижении экономического эффекта путем создания улучшенного элемента удержания самоспасателя на пояснице, уменьшения нагрузки на позвоночник, упрощения изготовления устройства и снижения его себестоимости.

Для оптимизации затрат и применения дополнительных «спасательных аппаратов» только в нужном месте можно оснастить данными устройствами один оперативно-служебный автомобиль в количестве не менее 12 штук, который по повышенному рангу пожара или по решению РТП может в короткий срок доставить их к месту проведения аварийно-спасательных работ.

Положительные эффекты от использования и сущность

разрабатываемого решения: сущность разрабатываемого решения заключается в возможности обеспечить спасаемого при пожаре воздухом пригодным для дыхания. Во время спасения из зоны задымления органы дыхания человека подвергаются воздействию дыма, оксида углерода, двуокиси углерода, а также низкой концентрации кислорода и высокой концентрации различных отравляющих веществ, содержащихся во вдыхаемом воздухе. Защита органов дыхания, спасаемого позволит сохранить ему сознание, способность самостоятельно передвигаться, что позволяет ускорить процесс спасения и сохранить здоровье спасаемому.

Выводы по разделу

Во втором разделе исследованы средства и способы спасения людей при пожаре. Для этого дана характеристика средств индивидуальной защиты органов дыхания стоящих на вооружении в подразделениях ФПС. В подразделения пожарной охраны в качестве средств защиты органов дыхания (далее СИЗОД) применяются различные виды дыхательных аппаратов. По способу защиты СИЗОД подразделяются на фильтрующие и изолирующие. К фильтрующим СИЗОД можно отнести респираторы и фильтрующие противогазы. Отдельно рассмотрена характеристика изолирующих самоспасателей применяемых для эвакуации и спасения людей при пожаре. Эти портативные устройства, являющиеся по своей сути изолирующими противогазами, имеют время защитного действия значительно ниже чем у дыхательных аппаратов, применяемых газодымозащитниками, но достаточное для выхода на свежий воздух из зоны воздействия опасных факторов пожара.

Оценены тактические возможности подразделений ФПС при использовании штатных средств спасения и на основании расчетов даны предложения по комплектованию пожарных автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами.

Проведен информационно-патентный поиск технических решений. После патентно-информационного анализа к внедрению предлагается самоспасатель согласно патенту RU 196455, автор Л.А. Зайцева, А.О. Антонов [21]. Также для облегчения ношения самоспасателя предлагается устройство его удержания по патенту RU 2694539, автор В.С. Старых, Д.Н. Пазухин [20].

Технический результат, обеспечиваемый первой предлагаемой полезной моделью, заключается в повышении безопасности и надежности работы самоспасателя за счет использования пускового устройства, а также возможности обеспечения плотного прилегания к лицу полумаски, закрепленной в капюшоне. Применение предложенной полезной модели позволяет повысить надежность работы и удобство использования самоспасателя.

Предлагаемое второе устройство, благодаря стабилизации удержания самоспасателя на поясице, создает более благоприятные условия для выполнения работ.

3 Исследование эффективности звеньев ГДЗС при использовании дополнительных средств спасения

3.1 Оценка тактических возможностей подразделений при использовании дополнительных спасательных устройств

Проверим, как изменятся тактические возможности подразделений при использовании дополнительных спасательных устройств.

«Определяем время свободного развития пожара τ_{CB} до прибытия первого пожарного подразделения» [11] по формуле:

$$T_{CB} = T_{dc} + T_{cb} + T_{cl1} + T_{br}, \quad (12)$$

где τ_{dc} - «промежуток времени от начала возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану, мин» [11];

τ_{cb} - «время сбора л/с боевых расчетов по тревоге, мин (принимается равным 1 мин)» [11];

τ_{cl} - «время следования подразделений на пожар, мин» [11];

τ_{br} - «время боевого развертывания пожарных подразделений, мин. (принимаем 3 минуты)» [11].

$$T_{CB} = 1 + 1 + 1 + 3 = 6 \text{ мин},$$

$$T_{cl1} = \frac{60 \times L}{V_{cl}}, \quad (13)$$

где «L – путь от ПЧ до места пожара, км» [11];

V_{cl} – скорость движение пожарного автомобиля по твердом покрытию, равная 45 км/ч.

$$T_{сч1} = \frac{60 \times 0,6}{45} = 1 \text{ мин}$$

$$T_{сч1} = \frac{60 \times 0,6}{45} = 1 \text{ мин}$$

«Расчёт пути, пройденного огнём» [11]:

$$R = 0.5V_{л} \cdot T_{св}, \quad (14)$$

где R – «радиус развития пожара» [11];

$V_{л}$ – «линейная скорость распространения горения, 1 м/мин» [11].

$$R = 0.5 \cdot 1 \cdot 6 = 3,$$

«Определение площади пожара» [11]:

$$S_{п} = \pi \cdot R^2, \quad (15)$$

где R – «радиус развития пожара» [11].

$$S_{п} = 3,14 \cdot 3^2 = 28,26 \text{ м}^2,$$

«Определение площади тушения пожара» [11]. При условии развитии пожара по круговой форме, при $R \leq h$, принимаем $S_{п} = S_{т}$.

«Определение требуемого расхода воды для локализации при тушении по фронту» [11]:

$$Q_{тр} = S_{т} \cdot I_{тр}, \quad (16)$$

где $S_{т}$ – «площадь тушения пожара» [11];

$I_{тр}$ – «интенсивность подачи воды для тушение пожара» [11], л/м²с.

$$Q_{\text{тр}} = 28,26 \cdot 0,1 = 2,38 \text{ л/с},$$

«Определение требуемого количества стволов для локализации и тушения пожара» [11]:

$$N_{\text{ст}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{q_{\text{ст}}}, \quad (17)$$

где $Q_{\text{тр}}^{\text{т}}$ – «требуемый расход огнетушащих веществ на тушение, л/с» [11];

$q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [11], л/с.

$$N_{\text{ст}}^{\text{т}} = \frac{2,38}{4} = 0,64 \approx 1 \text{ ствол «КУРС-8»},$$

«Определение требуемого расхода на защиту» [11]. Исходя из конструктивной особенности здания на защиту путей эвакуации и перекрытий 1 ствол КУРС-8, на защиту кровли 1 КУРС-8. «Определение общего фактического расхода воды на ликвидацию горения и защиту» [11]:

$$Q_{\text{ф}} = (N_{\text{ст}}^{\text{з}} \cdot q_{\text{ст}}) + (N_{\text{ст}}^{\text{т}} \cdot q_{\text{ст}}), \quad (18)$$

где $q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [11], л/с;

$N_{\text{ст}}^{\text{з}}$ – количество стволов на защиту, шт.;

$N_{\text{ст}}^{\text{т}}$ – количество стволов на тушение, шт.

$$Q_{\text{ф}} = (1 \cdot 4) + (2 \cdot 2) = 8 \text{ л/с},$$

«Проверим обеспеченность объекта водой для целей пожаротушения» [11]. «Водоотдача наружного противопожарного водопровода» [11] К-150 по справочным данным, при напоре 40 м в.ст., составит 95 л/с ($Q_{\text{вод}}$), «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [11], составляет 8 л/с ($Q_{\text{ф}}$).

$Q_{\text{ф}} < Q_{\text{вод}}$ «Таким образом: объект водой обеспечен полностью при напоре 40 метров» [11].

«Определение требуемого количества пожарных автомобилей» [11]:

$$N_{\text{па}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 0,8, \quad (19)$$

где $Q_{\text{ф}}$ – «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [11];

$Q_{\text{н}}$ – «производительность насоса» [11], л/с;

0,8 – «коэффициент, учитывающий износ насоса» [11].

$$N_{\text{па}} = \frac{8}{40} \cdot 0,8 = 0,2 = 1 \text{ АЦ},$$

«Определим предельной длины прокладки магистральных линий» [11]:

$$L_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{н}} - (H_{\text{р}} \pm Z_{\text{м}} \pm Z_{\text{ст}})}{S \cdot Q^2} \cdot 20, \quad (20)$$

«где $L_{\text{пр}}$ – предельное расстояние подачи огнетушащих веществ, м;

$H_{\text{н}}$ – напор на насосе, м;

$H_{\text{р}}$ – потери напора на разветвлении, м ($H_{\text{р}} = H_{\text{ств}} + 10$);

$Z_{\text{м}}$ – высота подъема местности, м;

$Z_{\text{ств}}$ – наибольшая высота подъема стволов, м;

20 – длина рукава, м;

S – сопротивление одного прорезиненного рукава диаметром 77 мм.;

Q – расход по одной максимально загруженной магистральной рукавной линии» [11].

$$L_{\text{пр}} = \frac{100 - (50 \pm 0 \pm 0)}{0,015 \cdot 8^2} \cdot 20 = 1041,6 \text{ м},$$

Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии до 20 м от объекта, их использование возможно. «Определим необходимое количество личного состава» [11]. Для подачи 3 стволов КУРС-8 на тушение и защиту

потребуется 3 звена ГДЗС.

$$N_{л/с} = (N_{гдзс} \cdot 3) + N_p + N_{пб} + N_{св}, \quad (21)$$

где $N_{гдзс}$ – «количество людей, задействованных в звеньях ГДЗС на тушении и защите» [11];

N_p – «количество личного состава на разветвлениях» [11];

$N_{пб}$ – «количество личного состава на постах безопасности» [11];

$N_{св}$ – «количество связных» [11].

$$N_{л/с} = (3 \cdot 3) + 1 + 4 + 5 = 19 \text{ человек,}$$

«Определим количество отделений основного назначения» [11]:

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{4}, \quad (22)$$

$$N_{отд} = \frac{19}{4} = 4,7 = 5 \text{ отделений}$$

Таким образом, в ранее рассчитанном варианте было получено значение в 6 пожарных подразделений, а при комплектовании всех пожарных автомобилей изолирующими самоспасателями, необходимо пять пожарных подразделений.

3.2 Сравнительный анализ эффективности применения звеньев ГДЗС при массовом спасении людей с учетом использования различных средств спасения

В настоящий момент каждое отделение на основном пожарном автомобиле оснащено дыхательными аппаратами со сжатым воздухом на каждого газодымозащитника. В комплект каждого дыхательного аппарата

входит 1 спасательное устройство, позволяющее вывести на свежий воздух из непригодной для дыхания среды 1 человека 1 газодымозащитником. Состав звена ГДЗС при тушении пожара в торговом центре должно составлять от 3 до 5 человек, учитывая штатную численность подразделений Самарского пожарно-спасательного гарнизона, сотов звена составляет от 2 до 3 человек. Согласно расписания выезда и дислокации подразделений в течении первых 5 минут с момента возникновения пожара к зданию ТРК «Вива Лэнд» придут 3 отделения на автоцистернах, в составе 3 звеньев ГДЗС, общей численностью 9 человек. Учитывая укомплектованность автомобилей средствами индивидуальной защиты указанный состав звеньев ГДЗС способен вывести на свежий воздух 9 человек.

Если укомплектованность всех пожарных автомобилей средствами индивидуальной защиты довести до рекомендуемых норм положенности, а именно: доукомплектовать изолирующими самоспасателями, из расчета по 3 шт. на каждый автомобиль, то количество спасенных людей в первые минуты увеличится с 9 до 18 человек.

Применение дополнительного дыхательного аппарата, оснащенного двумя спасательными устройствами позволит увеличить количество спасаемых одновременно людей, при возможности их самостоятельного передвижения до максимального количества в 32 человека.

В данной работе было предложено использование двух изобретений:

- самоспасатель согласно патенту RU 196455, автор Л.А. Зайцева, А.О. Антонов [21];

- устройство удержания самоспасателя по патенту RU 2694539, автор В.С. Старых, Д.Н. Пазухин [20].

Сущность первого разрабатываемого решения заключается в возможности обеспечить спасаемого при пожаре воздухом пригодным для дыхания. Во время спасения из зоны задымления органы дыхания человека подвергаются воздействию дыма, оксида углерода, двуокиси углерода, а также низкой концентрации кислорода и высокой концентрации различных

отравляющих веществ, содержащихся во вдыхаемом воздухе. Защита органов дыхания, спасаемого позволит сохранить ему сознание, способность самостоятельно передвигаться, что позволяет ускорить процесс спасения и сохранить здоровье спасаемому.

Технический результат, обеспечиваемый полезной моделью, заключается в повышении безопасности и надежности работы самоспасателя за счет использования пускового устройства, а также возможности обеспечения плотного прилегания к лицу полумаски, закрепленной в капюшоне. Применение предложенной полезной модели позволяет повысить надежность работы и удобство использования самоспасателя.

Второе предлагаемое изобретение направлено на улучшение условий выполнения работ по спасению, профилактику заболеваний позвоночника, ускорение обеспечения дыхания самоспасателем в загазованной воздушной среде и в достижении экономического эффекта путем создания улучшенного элемента удержания самоспасателя на пояснице, уменьшения нагрузки на позвоночник, упрощения изготовления устройства и снижения его себестоимости.

Как показывает практика, применение самоспасателей является достаточно эффективной мерой. Отразим положительный эффект применения предлагаемых технических решений с позиции увеличения тактических возможностей при тушении пожаров в подразделениях 3 отряд ФПС по Самарской области.

Динамика повышения эффективности пожаротушения при применении самоспасателя показана на рисунке 18. Основные критерии для анализа повышения эффективности пожаротушения при применении самоспасателя согласно патенту RU 196455:

- общее время работы звена ГДЗС на пожаре;
- время работы звена у очага пожара;
- время на преодоление расстояния до очага пожара.

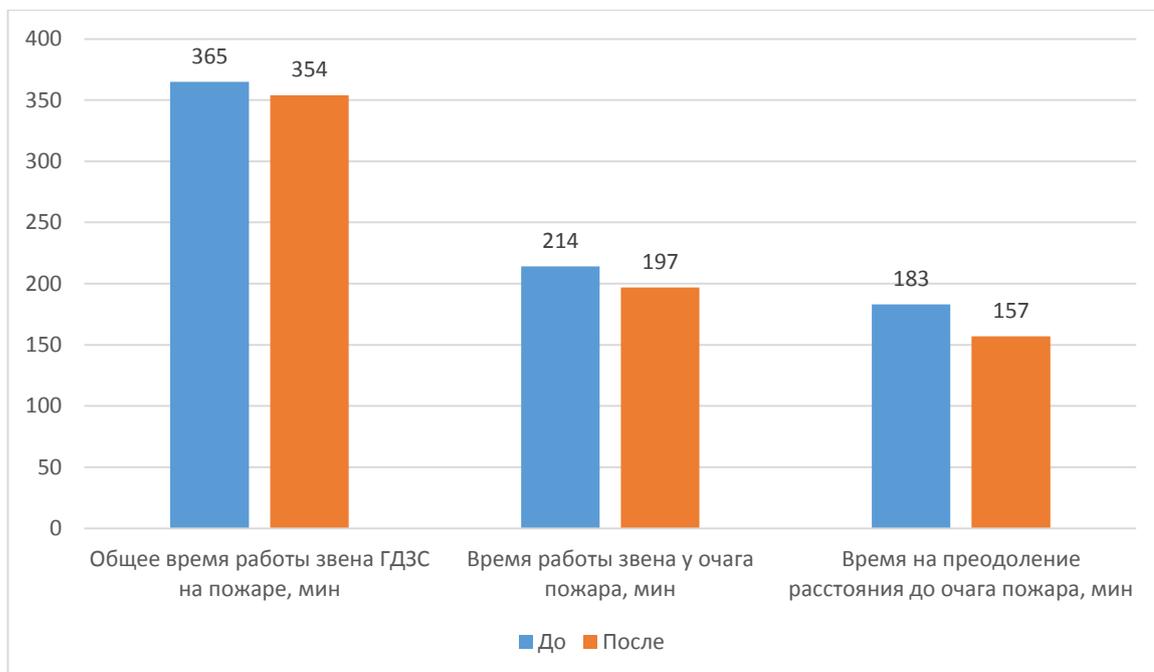


Рисунок 18 - Динамика повышения эффективности пожаротушения при применении самоспасателя

Динамика снижения заболеваний позвоночника при применении устройства удержания самоспасателя отражена на рисунке 19. Основные критерии для анализа снижения заболеваний позвоночника, ускорение обеспечения дыхания самоспасателем в загазованной воздушной среде при применении устройства удержания самоспасателя по патенту RU 2694539:

- снижение травматизма;
- уменьшение профзаболеваний.

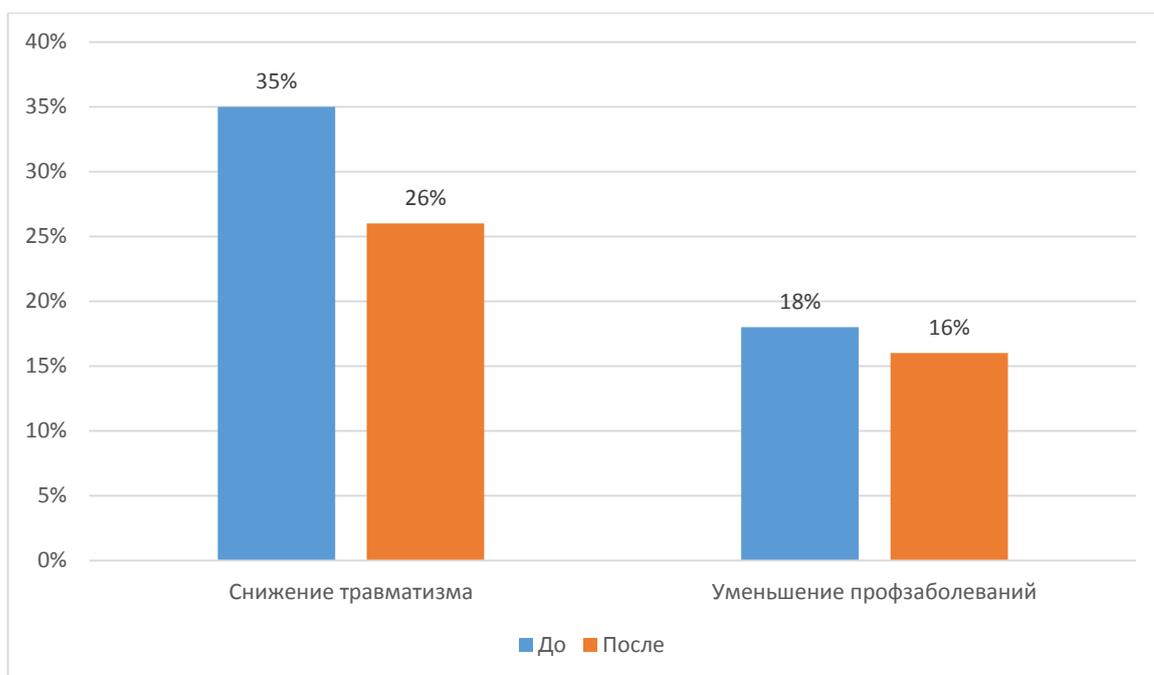


Рисунок 19 - Динамика снижения заболеваний позвоночника при применении устройства удержания самоспасателя

Итак, по факту анализа динамики эффективности при применении двух предлагаемых технических решений в подразделениях 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области можно сделать вывод о том, что они являются обоснованными в применении. При внедрении самоспасателей по патенту RU 196455 снизилось общее время работы звена ГДЗС на пожаре (на 11 мин), время работы звена у очага пожара (на 17 мин), время на преодоление расстояния до очага пожара (на 26 мин), что является положительным фактом.

При применении устройства удержания самоспасателя по патенту RU 2694539 было отмечено снижение травматизма (на 9%), уменьшение профзаболеваний (на 2%).

Выводы по разделу

В третьем разделе проведено исследование эффективности звеньев ГДЗС при использовании дополнительных средств спасения. Для этого оценены тактические возможности подразделений при использовании

дополнительных спасательных устройств. После этого дан сравнительный анализ эффективности применения звеньев ГДЗС при массовом спасении людей с учетом использования различных средств спасения.

Как показывает практика, применение самоспасателей является достаточно эффективной мерой. Для того, чтобы понять эффективность предлагаемых мер для начала были определены критерии для сравнения:

- первое техническое решение (общее время работы звена ГДЗС на пожаре, время работы звена у очага пожара, время на преодоление расстояния до очага пожара);

- второе техническое решение (снижение травматизма, уменьшение профзаболеваний).

Оба предлагаемых мероприятия оказались эффективными: снизилось общее время работы звена ГДЗС на пожаре (на 11 мин), время работы звена у очага пожара (на 17 мин), время на преодоление расстояния до очага пожара (на 26 мин), отмечено снижение травматизма (на 9%), уменьшение профзаболеваний (на 2%).

Заключение

Пожары в торгово-развлекательных центрах являются одними из наиболее сложных и опасных, из-за большого количества людей, находящихся в здании со сложной планировкой, большой площадью, и не редко удаленными друг от друга эвакуационными выходами. Конструктивные особенности торговых центров подразумевают быструю и безопасную эвакуацию людей при четкой работе персонала и исправности всех систем пожарной автоматики. Но если системы противопожарной защиты не сработали, а персонал не справился со своей задачей, то в зоне воздействия опасных факторов пожара оказывается очень большое количество людей, для спасения которых у пожарных подразделений минимальное количество времени.

Объектом исследования являются тактические возможности подразделений пожарной охраны при использовании различных средств спасения людей из задымленных помещений в условиях пожара.

Целью работы является исследование тактических возможностей пожарных подразделений при тушении пожара и проведении аварийно-спасательных работ, с использованием различных средств спасения.

В ходе исследования выполнены задачи:

- исследованы, технические характеристики дыхательных аппаратов, стоящих на вооружении в подразделениях 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области;
- исследованы технические характеристики, изолирующих самоспасателей имеющих на рынке и применяемых для эвакуации людей при пожаре;
- исследованы нормы табельной положенности пожарно-технического вооружения и средств индивидуальной защиты для пожарных автомобилей, а также укомплектованность автомобилей согласно нормам;
- проведена оценка тактических возможностей Самарского местного

пожарно-спасательного гарнизона по тушению возможного пожара в здании ТРК «Вива Лэнд», с учетом имеющихся на вооружении средств индивидуальной защиты органов дыхания и средств спасения;

- рассмотрены возможные варианты повышения тактических возможностей пожарных подразделений при спасении людей, путем усовершенствования имеющихся или доукомплектования дополнительными средствами спасения;

- проведена сравнительная оценка данных о количестве требуемых звеньев ГДЗС и времени проведения аварийно-спасательных работ;

- предложены нормы комплектования пожарных автомобилей средствами спасения людей.

В первом разделе проанализированы тактические возможности пожарных подразделений по тушению пожаров и проведению АСР в здании ТРК «Вива Лэнд» в настоящее время. Для этого дана общая характеристика объекта и проанализировано его назначение. Торгово-офисный и развлекательный центр ООО «Вива лэнд» расположен по адресу: Самарская область, городской округ Самара, Кировский район, пр. Кирова 147. Расстояние от 5 пожарно-спасательной части 3 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области» до объекта 500 метров.

Здание четырехэтажное, II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности – С0, класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1, класс функциональной пожарной опасности помещений Ф2.1, Ф3.2, Ф4.3. С цокольного этажа эвакуация осуществляется через семь выходов. С первого этажа эвакуация осуществляется через шестнадцать выходов. Со второго по четвертые этажи по наружным закрытым эвакуационным лестничным маршам в количестве шестнадцати штук непосредственно наружу.

Также в первом разделе проведен анализ оснащенности подразделений «3 ПСО ФПС ГПС Главное управление МЧС России по Самарской области» пожарно-техническим вооружением и снаряжением. Для этого были

представлены данные по оснащенности подразделений пожарно-техническим вооружением и снаряжением, охарактеризовано количество потушенных пожаров с использованием звеньев ГДЗС, время работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде, количество объектов, потушенных звеньями ГДЗС. Рассмотрены показатели использования звеньев ГДЗС при тушении пожаров по годам, показатели тушения пожаров по количеству использованных звеньев ГДЗС. Изучены данные о времени работы звеньев ГДЗС в непригодной для дыхания среде, количестве пожаров, потушенных с применением звеньев ГДЗС, количестве спасенных людей с применением звеньев ГДЗС.

Во втором разделе исследованы средства и способы спасения людей при пожаре. Для этого дана характеристика средств индивидуальной защиты органов дыхания стоящих на вооружении в подразделениях ФПС. В подразделения пожарной охраны в качестве средств защиты органов дыхания (далее СИЗОД) применяются различные виды дыхательных аппаратов. Самоспасатель – это средство индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, выполненное в виде защитного капюшона (со смотровым экраном) из термостойкого материала. Используются самоспасатели для эвакуации людей из помещений различного типа при возникновении пожаров и прочих чрезвычайных или аварийных ситуаций. Самоспасатели предназначены для экстренной защиты органов дыхания от продуктов горения, химикатов и прочих токсичных веществ. Изготавливаются такие защитные капюшоны из специальной теплоотражающей ткани, что позволяет находиться в зоне с высоким температурным режимом, а также защищает от кратковременного контакта с открытым пламенем.

По способу защиты СИЗОД подразделяются на фильтрующие и изолирующие. К фильтрующим СИЗОД можно отнести респираторы и фильтрующие противогазы. Отдельно рассмотрена характеристика изолирующих самоспасателей применяемых для эвакуации и спасения людей при пожаре. Эти портативные устройства, являющиеся по своей сути

изолирующими противогазами, имеют время защитного действия значительно ниже чем у дыхательных аппаратов, применяемых газодымозащитниками, но достаточное для выхода на свежий воздух из зоны воздействия опасных факторов пожара.

Оценены тактические возможности подразделений ФПС при использовании штатных средств спасения и на основании расчетов даны предложения по комплектованию пожарных автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами.

Проведен информационно-патентный поиск технических решений. После патентно-информационного анализа к внедрению предлагается самоспасатель согласно патенту RU 196455, автор Л.А. Зайцева, А.О. Антонов [21]. Также для облегчения ношения самоспасателя предлагается устройство его удержания по патенту RU 2694539, автор В.С. Старых, Д.Н. Пазухин [20].

Технический результат, обеспечиваемый первой предлагаемой полезной моделью, заключается в повышении безопасности и надежности работы самоспасателя за счет использования пускового устройства, а также возможности обеспечения плотного прилегания к лицу полумаски, закрепленной в капюшоне. Применение предложенной полезной модели позволяет повысить надежность работы и удобство использования самоспасателя.

Предлагаемое второе устройство, благодаря стабилизации удержания самоспасателя на поясице, создает более благоприятные условия для выполнения работ.

В исследовании также оценены тактические возможности подразделений ФПС при использовании штатных средств спасения и на основании расчетов даны предложения по дополнительному комплектованию пожарных автомобилей дыхательными аппаратами и спасательными устройствами.

Список используемых источников

1. Бадагуев Б.Т. Средства индивидуальной защиты. Классификация и контроль качества. Порядок выдачи и применения. Хранение и уход. Учет в СИЗ. М.: Альфа-Пресс, 2017. 128 с.
2. Басманов П.И. Средства индивидуальной защиты органов дыхания : справочное руководство. СПб. : ГИПП «Искусство России», 2012. 400 с.
3. Богатырев В.В. Основные проблемы совершенствования российских средств индивидуальной и коллективной защиты // Вестник войск РХБ защиты. 2017. № 2. С. 28-38.
4. Вознесенский В.В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противогазы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учебное пособие. М. : Воен. знания, 2016. 80 с.
5. Габдуллин В.Б., Ищенко А.Д. Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара // Технологии техносферной безопасности. № 1 (87). 2020. С. 25-37.
6. ГОСТ Р ЕН 361-2008 [Электронный ресурс]: Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Страховочные привязи. Общие технические требования. Методы испытаний URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071520> (дата обращения: 05.05.2020).
7. Грачев В.А. Газодымозащитная служба : учебник. М. : Пожкнига, 2014. 384 с.
8. Ищенко А.Д., Коршунов И.В. Зависимость скорости движения звена ГДЗС от снижения видимости в дыму. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. 119 с.
9. Кондракова Е.А. Нормы положенности и характеристики средств индивидуальной защиты пожарно-технического вооружения для подразделений ФПС // Точная наука. №3. 2020. С.46-50.

10. Коршунов И.В., Смагин А.В. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4 (68). С. 82-88

11. Коршунов И.В., Понурко П.В. К вопросу о способах увеличения времени пребывания газодымозащитников в непригодной для дыхания среде. М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. 311 с.

12. Новые разработки передовых производителей пожарной техники [Электронный ресурс]: Системы безопасности URL: <http://secuteck.ru/articles2/firesec/gidravlichesкое-pozharnое-oborudovanie-tendencii-razvitiya> (дата обращения: 05.12.2019).

13. Нормы табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70530092/> (дата обращения: 05.12.2019).

14. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71746130/> (дата обращения: 05.12.2019).

15. Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 20 октября 2017 г. № 452 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733066/> (дата обращения: 05.12.2019).

16. Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 25 октября 2017 г. № 467 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733064/> (дата обращения: 05.12.2019).

17. Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте

[Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. №155н URL: <http://docs.cntd.ru/document/499087789> (дата обращения: 05.04.2020).

18. Определение времени свободного развития пожара [Электронный ресурс]: URL: https://studopedia.ru/10_184319_opredelenie-vremeni-svobodnogo-razvitiya-pozhara.html (дата обращения: 05.12.2019).

19. Определение необходимого количества личного состава [Электронный ресурс]: URL: https://studopedia.ru/10_184322_opredelenie-neobhodimogo-kolichestva-lichnogo-sostava.html (дата обращения: 05.12.2019).

20. Пат. №2694539 Российская Федерация. Держатель самоспасателя / В.С. Старых, Д.Н. Пазухин: заявитель и патентообладатель Д.Н. Пазухин. - №2018115321; заявл. 24.40.2018; опубл. 16.07.2019. Бюлл. №20. – 16 с.: ил.

21. Пат. №196455 Российская Федерация. Самоспасатель / Л.А. Зайцева, А.О. Антонов и др.: заявитель и патентообладатель АО «Корпорация защита». - №2019136546; заявл. 13.11.2019; опубл. 04.03.2020. Бюлл. №7. – 20 с.: ил.

22. Проблемы разработки и испытания средств индивидуальной защиты органов дыхания. / Сбор. науч. трудов под ред. И.Н. Никифорова. М.: Изд-во ВЦСПС, 1977. 72 с.

23. Проверка обеспеченности объекта водой для целей пожаротушения Проверка обеспеченности объекта водой для целей пожаротушения [Электронный ресурс]: URL: https://studopedia.ru/10_184320_proverka-obespechennosti-ob-ekta-vodoy-dlya-tseley-pozharotusheniya.html (дата обращения: 05.12.2019).

24. План тушения пожара ТРК «Вива Лэнд», г. Самара пр. Кирова 147 / ФГКУ «3 отряд ФПС по Самарской области», 2017. – 114 с.

25. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины, определения и обозначения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 12.4.233-2012 (ЕН 132:1998) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102889> (дата обращения: 05.02.2020).

26. Соковнин А.И., Ищенко А.Д. Условия видимости для пожарных в задымленной зоне при тушении пожаров на объектах энергетики // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 3 (67). С. 69-73
27. Соковнин А.И., Ищенко А.Д. Тушение пожаров в условиях недостаточной видимости. М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. 215 с.
28. Соколов Е.Е. Техническое обслуживание средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) : учебное пособие. ИВИГПС МЧС России, 2014. 140 с.
29. Средства индивидуальной защиты : справочное руководство / П.И. Басманов, С.Л. Каминский. СПб. : ГИПП «ИскусствоРоссии», 2012. 400 с.
30. Чистяков И.М., Кичайкин В.В. Влияние снижения видимости на пожаре на работу звеньев ГДЗС // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. № 1 (7). Т. 1. С. 346-347.
31. A look into the past and the future of advancements in the firefighting industry [Электронный ресурс]: International fire fighter URL: <https://iffmag.mdmpublishing.com/a-look-into-the-past-and-the-future-of-advancements-in-the-firefighting-industry/> (дата обращения: 05.12.2019).
32. Personal Protective Equipment [Электронный ресурс]: Creativesafetysupply URL: <https://www.creativesafetysupply.com/articles/personal-protectiveequipment/> (дата обращения: 05.04.2020).
33. Personal protective equipment [Электронный ресурс]: Risk at Work URL: <https://www.hse.gov.uk/toolbox/ppe.htm> (дата обращения: 15.04.2020).
34. Task Force Tips unveils 2 new Master Stream nozzles at FDIC [Электронный ресурс]: FireRescuare1 URL: <https://www.firerescue1.com/fire-products/water-supply/nozzles/articles/393833018-Task-Force-Tips-unveils-2-new-Master-Stream-nozzles-at-FDIC/> (дата обращения: 05.12.2019).
35. The future of fire apparatus and emergency equipment [Электронный ресурс]: WWW.Fama.org URL: https://fama.org/wp-content/uploads/2015/09/1441306255_55e8968fa7fb0.pdf (дата обращения: 05.12.2019).