

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Противопожарные системы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка профилактических мероприятий по предупреждению
гибели и травмированию людей при пожаре

Обучающийся

М. Х. Мусхаджиев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А. Ю. Соколов

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т. Ю. Фрезе

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

к.ф.н., доцент, М. В. Дайнеко

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

Тольятти 2025

Аннотация

Цель проводимого исследования заключается в подборе и представлении мероприятий, эффективно предупреждающих вероятность гибели и травматизации людей при наступлении пожара.

Раздел первый, под названием «Теоретико-методологические основы профилактики смертности и травматизма при пожарах» посвящен анализу базовых принципов предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также исследованию ключевых факторов, приводящих к летальным исходам и повреждениям здоровья людей в условиях возгорания. Описывается понятие и сущность профилактических мероприятий, приводятся основные причины гибели и травмирования людей при пожаре. Описываются методы разработки профилактических мероприятий. Приводятся современные тенденции в разработке профилактических мероприятий. Рассматриваются проблемы и перспективы развития профилактических мероприятий.

Во втором разделе «Анализ существующих методов разработки профилактических мероприятий» приводится расчет показателей для сущностного понимания методов разработки профилактических мероприятий (на примере организации).

В третьем разделе «Разработка методов профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре» выполняется оценка существующих методов и выборов профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре на примере организации. Предлагается внедрение эффективного оборудования для пожаротушения.

Четвертый раздел «Анализ производственных рисков в системе охраны труда» посвящен оценке категорий опасности и вероятности возникновения профессиональных угроз на различных участках предприятия.

В пятом разделе «Экологическая безопасность и минимизация антропогенного воздействия» исследуется степень влияния хозяйственной

деятельности предприятия на экосистемы, а также систематизируются данные экологического мониторинга за отчётный период.

Шестой раздел «Организация защиты при чрезвычайных ситуациях» содержит комплекс превентивных мер и алгоритмы действий, направленные на снижение аварийных рисков и повышение устойчивости предприятия.

Раздел седьмой «Мониторинг результативности мер техносферной безопасности» включает количественно-качественный анализ внедрённых решений с определением их вклада в общий уровень безопасности производственной среды.

Количественная характеристика: объем работы составляет 147 страницу, 8 рисунков, 29 таблиц.

Abstract

The title of the present graduation work is *Improving the fire-fighting unit personnel training system*.

The graduation work consists of an introduction, 7 parts, 8 figure, 29 tables, a conclusion, and a list of 50 references including foreign sources.

The aim of this study is to develop methods of preventive measures to avert deaths and injuries of people in a fire.

The object of the graduation work is the classification of the methods for developing the preventive measures.

The subject of the research is the development of the new methods.

The key issue of the graduation work is the improvement of the new methods.

The first part of the research is devoted to the theoretical foundations of developing the measures to avert deaths and injuries.

The second part deals with an analysis and calculations of the existing methods for developing the preventive measures.

The third part presents the development of the methods to prevent deaths and injuries in a fire.

In the fourth part, the issues of the occupational health and safety risks in certain professions are examined.

In the fifth part, the environmental protection and safety of the facility are considered.

In the sixth part, the passport of the fire and rescue unit № 81 is drawn up.

In the seventh part, the effectiveness of the measures to ensure technosphere safety is evaluated.

It can be concluded that effective prevention requires an integrated approach including training the population in fire safety rules, timely equipping facilities with fire extinguishing tools and alarm systems, as well as regular training and inspections. Such measures significantly reduce the risk of deaths and injuries in a fire, and increase the safety level and population preparedness for emergencies.

Содержание

Введение.....	6
1 Теоретические основы разработки профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре	8
2 Анализ существующих методов разработки профилактических мероприятий (на примере организации).....	19
3 Разработка методов профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре (на примере организации)	58
4 Охрана труда.....	77
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	97
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	110
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	116
Заключение	128
Список используемых источников.....	130

Введение

Актуальность темы исследования. Пожар как по вине человеческого происхождения, так и природного является одним из самых опасных событий, влекущих огромный вред населению, как в материальной так и в физической его составляющих. Эффективной мерой борьбы с пожарами является его предупреждение и создание условий эксплуатации зданий максимально снижающими риск возникновения пожара, что является эффективной превентивной мерой повышения безопасности населения в случаях наступления пожаров. Разработка превентивных противопожарных мер является основной частью в формировании общей гарантии общественной противопожарной безопасности, включающий в себя комплекс мероприятий различного направления: противопожарные меры, меры, нацеленные на снижения пожаров, меры, направленные на снижение негативных последствий в случаях наступления пожаров, меры, направленные на предотвращения возгораний и т.п. Таким образом, все перечисленные события в совокупности являются эффективными и в своей совокупности в достаточной степени и мере снижают риск возгораний и травматизации и гибели людей при пожаре.

Среди вышеобозначенных мер, самой важной является профилактика и эффективное предотвращение пожара или возгорания, которые предотвратят развитие остальных неблагоприятных последствий. Подобные вопросы общественной безопасности должны быть обязательны к контролированию со стороны государственных органов, которые должны быть задействованы в управлении и обеспечением развития и предоставлением населению безопасных мер предотвращения возгораний и пожаров, а также контролировать их эффективное внедрение и распространение, а также проводить профилактические мероприятия, направленные на обучение населения действиям во время пожаров посредством проведения соответствующих инструктажей, семинаров и обучению действиям среди

молодежи. Методы обучения специфичны для каждого места потенциального возгорания – это может быть жилище, транспорт, лесополоса или иные объекты.

Например, сотрудники 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области на постоянной основе принимают участие в межведомственных профилактических рейдах на территории Самарской области. Проведение подобных рейдов четко прописаны в соответствующих Приказах ГУ Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий по Самарской области, а также указаны в Распоряжениях Правительства Самарской области – то есть все мероприятия согласованы с органами власти и имеют четкое предписание и руководство к действиям.

При проведении подобных профилактических рейдов, в первую очередь, посещаются семьи, которые относятся к группам потенциального пожарного риска — это многодетные семьи или малоимущие.

Также на территории Самарской области активно проводятся различные совместные мероприятия с социальными организациями, органами МВД и иными, общая цель которых направлена на закрепление среди населения инструкций, знание которых необходимы при попадании ими в ситуацию пожара. Например, среди школьников также проводятся специальные мероприятия игровой направленности, которые преследуют цель в игровой манере обучить школьников действиям, необходимым к руководству при возникновении пожара.

Таким образом, разработка профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре является эффективным инструментом против борьбы с пожаром и травматизации людей в нем, что и обуславливает актуальность темы дипломного исследования.

1 Теоретические основы разработки профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре

1.1 Понятие и сущность профилактических мероприятий

Пожар – это неконтролируемый процесс горения вне специального очага, наносящий материальный ущерб, вред здоровью и жизни людей, интересам общества и государства.

Профилактические мероприятия по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре – «это комплекс превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий» [3, с. 124]. Сущность таких мероприятий заключается в том, чтобы обеспечить максимальную защиту людей от опасностей, связанных с пожарами, а также организовать непрерывное обучение населения мерам пожарной безопасности во исполнение Федерального закона от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (далее – ФЗ-131) и Федерального закона от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Итоговая цель профилактических мероприятий – защита от пожаров жизни и здоровья граждан и организаций, их имущества, сохранность объектов, имеющих историческое, научное, культурное значение. Кроме того, здоровье как правовая категория в силу закрепления в ч. 2 ст. 7 Конституции РФ [40] приобретает непосредственно охраняемую законом ценность. В связи с этим К. П. Морозова отмечает, что «именно здоровье человека становится одной из наиболее значимых социальных ценностей (наряду с его жизнью, которая является взаимосвязанной категорией с категорией «здоровье»), именно с учётом здоровья человека должны быть определены все остальные ценности и блага в социуме» [39, с. 237].

Основное снижение рисков возгораний, а также связанных с ними летальных исходов и повреждений здоровья достигается благодаря системной профилактике. В свою очередь, профилактика пожаров – «это целый комплекс профилактических мероприятий, устремлённый на исключение вероятности возникновения пожаров и уменьшение их последствий» [6, с. 115]. Законодательная норма в области пожарной безопасности не раскрывает, какие именно мероприятия должны быть направлены на исключение вероятности возникновения пожара, в том числе уменьшение их последствий. Поэтому этот термин может трактоваться сколько угодно широко.

Для эффективного внедрения профилактических противопожарных мероприятий в общество, требуется слаженная работа на всех уровнях власти и общественных организаций.

1.2 Основные причины гибели и травмирования людей при пожаре

Ежегодно в стране фиксируется свыше 130 000 возгораний, которые уносят жизни более 8 000 человек и приводят к травмированию почти 10 000 граждан [38, с. 27].

Распределение причин пожаров:

30%+ — нарушения при монтаже/эксплуатации электрооборудования;
27% — неосторожное обращение с огнём (вторая по частоте причина);
16%+ — ошибки в устройстве/обслуживании печей (третье место в статистике) [37].

Самое большое количество пострадавших людей от пожара находятся в зонах жилого сектора – в нем страдает более 95% попавших в пожар. Основными причинами возгорания в жилом секторе являются легковоспламеняющиеся бытовые вещи (более 60%). Вред, наносимый людям, причиняют пожарные газы и высокие температуры. Причинами человеческого фактора в основном являются алкогольное или же наркотическое опьянение (более 70%), оставленная не затушенная сигарета, свеча (более 60%). Часто

эти два фактора обнаруживаются в совокупности при расследовании причин возгорания. Причинами, влекущими возгорание в жилищах, также являются неаккуратное обращение с бытовыми приборами пожилыми людьми, или малолетними без присмотра. Среди объективных причин, способствующих распространению возгорания в жилом секторе, может причислить также и высокую пожароопасность материалов, применяемых при обустройстве квартир и отсутствие средств оповещения в домах о пожаре для эффективного предотвращения распространения огня в случае возгорания. Кроме того, само население слабо ознакомлено с действиями, которые нужно предпринять в случае начала возгорания и последующего пресечения распространения огня.

Рассмотрим основные поражающие факторы пожара.

- Непосредственное воздействие огня (горение).
- Искры.
- Высокая температура и тепловое излучение. Большую степень опасности при распространении огня для людей играет нагретый воздух, обжигающий легкий и верхние дыхательные пути, что может привести к удушью и даже наступлению смерти.
- ожоги кожи. Причиной гибели людей может быть высокая температура задымленной среды. Вдыхание продуктов сгорания, нагретых до 60°C, даже при 0,1% содержании оксида углерода приводит к летальному исходу.
- Дым. Опасным задымлением считается такое, при котором видимость не превышает 10 м. Из-за потери видимости люди не могут найти аварийные выходы. Кроме того, наличие в дыме частиц тлеющих предметов разъедает глаза и слизистые. Концентрация оксида углерода в воздухе до 0,2% вызывает смертельные отравления людей при пребывании их в зоне в течение 30-60 минут, а при концентрации 0,5-0,7% - в течение нескольких минут [47].
- Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения. При горении различных предметов

выделяются токсичные вещества, высокая их концентрация в окружающем пространстве способна оказывать отравляющее действие.

- Пониженная концентрация кислорода. Даже если концентрация продуктов горения минимальна, на самочувствие людей может негативно сказываться недостаток кислорода. Понижение концентрации кислорода на 3% вызывает ухудшение двигательных функций организма. Опасной считается концентрация менее 14%; при ней нарушаются мозговая деятельность и координация движений, снижается внимание.
- Падающие предметы, конструкции, осколки стекол.
- Возможность взрыва.
- Психологические нагрузки, стресс, паника.

Основными причинами травм и гибели людей при пожарах являются:

- удушье;
- отравление токсичными продуктами горения;
- тепловое поражение;
- падение на землю при самостоятельном оставлении зоны пожара;
- повреждения при взрыве и падении предметов;
- повреждения во время давки при панике.

Анализ результатов исследований возгораний и их последствий демонстрирует, что человеческий фактор выступает ключевым звеном в цепи причин практически всех пожаров [13]. В связи с этим приоритетными направлениями профилактики следует считать инициативы, нацеленные на формирование культуры безопасности среди населения.

1.3 Методы разработки профилактических мероприятий

Профилактические противопожарные мероприятия разрабатываются с помощью комплексного подхода, который включает анализ объекта, планирование мер, обучение персонала и контроль над соблюдением норм. Основная цель – исключить или значительно снизить вероятность возникновения пожара.

Профилактические противопожарные мероприятия могут быть трёх видов. Это организационные мероприятия – установление противопожарного режима на объекте, назначение ответственного за пожарную безопасность и т. д. Второй вид – технические мероприятия. В частности, к ним относятся создание систем автоматического оповещения и пожаротушения, указание пожарной категории для каждого помещения. И третий вид профилактических противопожарных мероприятий – это образовательные мероприятия. К ним относятся проведение бесед и инструктажей, разъяснение правил пожарной безопасности, обучение действиям в случае пожара и т. д. Большое значение имеет разработка и распространение наглядной агитации: памятки, плакаты, листовки о пожарной безопасности.

На сегодняшний день актуальны следующие основные методы разработки профилактических мероприятий против пожаров:

- информирование населения. Для этого используют инструктажи в организациях, учреждениях, на предприятиях, распространение агитационных материалов, семинары и конференции по вопросам пожарной безопасности;
- использование специальных технических средств. К ним относятся датчики дыма, автоматические сигнализации, средства пожаротушения, световые и звуковые оповещатели, встроенная громкая связь. Такие меры помогают передать сигнал тревоги в случае возникновения пожара, эвакуировать людей и сообщить о наличии огня или задымления;

- контроль над выполнением противопожарных требований. Его осуществляют на новых объектах строительства, в ходе реконструкции и переоборудования помещений, а также во время проведения пожароопасных работ;
- Создание добровольных пожарных формирований из числа жителей города, осуществляющих регулярный надзор за соблюдением норм пожарной безопасности на закреплённых территориях. Данные объединения занимаются профилактикой нарушений, а также оперативно ликвидируют очаги возгораний [48];
- применение огнестойких материалов. Их используют в местах повышенной опасности;
- правильная организация хранения и использования пожароопасных веществ;
- ограничение курения. Для курения создают специальные безопасные зоны с запретными знаками, пепельницами и урнами;
- работа с детьми. Спички, зажигалки, приборы электро поджига должны находиться в местах, недоступных для ребёнка.

Рассмотрим основные этапы разработки профилактических мероприятий.

- Анализ объекта и оценка рисков. Изучается планировка, назначение здания, наличие пожароопасных материалов и оборудования. Это позволяет определить наиболее уязвимые места и разработать меры по их защите.
- Разработка плана мероприятий. На основе анализа составляется план, который включает конкретные меры по предотвращению пожара, а также действия в случае его возникновения.
- Выбор и установка противопожарного оборудования. Включает пожарные сигнализации, системы автоматического пожаротушения и другое оборудование.

- Обучение персонала. Регулярные тренировки, инструктажи и учебные тревоги помогают сформировать у сотрудников правильные навыки и алгоритмы действий в случае пожара.

Важно помнить, что профилактические противопожарные мероприятия должны проводиться комплексно, с учетом специфики объекта, класса опасности и существующих рисков [15]. Эффективность профилактики зависит от соблюдения правил пожарной безопасности всеми лицами, находящимися на объекте, а также от постоянного совершенствования технических и организационных мер.

1.4 Современные тенденции в разработке профилактических мероприятий

Современные подходы в разработке профилактических противопожарных мероприятий позволяют повысить эффективность предотвращения и тушения пожаров, снизить риски для людей и имущества. Рассмотрим некоторые современные тенденции в разработке профилактических противопожарных мероприятий.

Самым прогрессивным подходом на сегодняшний день стало использование искусственного интеллекта (ИИ) для раннего обнаружения пожаров. Системы на базе искусственного интеллекта анализируют данные с датчиков, видеокамер и других устройств, выявляя признаки возгорания в режиме реального времени и автоматизируя процесс реагирования [22]. Некоторые направления использования ИИ в системах пожарной безопасности:

- раннее обнаружение возгорания. Камеры с ИИ-алгоритмами анализируют видеопоток, обнаруживая дым, огонь или изменения освещения, связанные с пожаром;
- прогнозирование рисков. ИИ анализирует исторические данные о пожарах и выявляет потенциально опасные зоны;

- управление эвакуацией. Системы на основе ИИ определяют наиболее безопасные маршруты эвакуации, координируют действия людей с помощью голосовых оповещений, света и указателей;
- оптимизация пожаротушения. ИИ рассчитывает необходимые объёмы огнетушащих веществ и координирует работу автоматических систем пожаротушения.

Другой прогрессивной тенденцией является внедрение беспроводных систем пожарной безопасности, которые позволяют создать гибкую инфраструктуру, не требующую проводной связи и прокладки проводов. Этот подход упрощает установку, подключение и обслуживание систем, а также масштабирование инфраструктуры [24]. Например, беспроводные сенсоры устанавливаются в труднодоступных местах и по радиоканалу передают информацию о состоянии окружающей среды.

Набирает популярность развитие и внедрение технологий умных домов и умных городов. Интеграция систем пожарной безопасности с другими элементами городской инфраструктуры и домами позволяет улучшить управление и повышает скорость реакции на возникновение пожара.

Широко разрабатывается и внедряется применение инновационных огнестойких материалов нового поколения. Такие материалы используются для защиты конструкций и инфраструктуры, значительно снижая риски распространения огня, так как они не горят и не выделяют токсичных веществ при нагревании. Приведём примеры материалов с улучшенными пожароустойчивыми свойствами:

- огнезащитные покрытия и облицовки. Они замедляют распространение огня и защищают основные конструкции здания от высоких температур;
- само активирующиеся огнетушащие материалы. Они реагируют на высокие температуры или открытый огонь, выделяя огнетушащие вещества;

- интумесцентные материалы, которые расширяются при воздействии огня, создавая утолщённый защитный слой, изолирующий поверхность и предотвращающий её разрушение.

Немаловажной тенденцией является модернизация систем эвакуации. Вместо классических указателей и табличек всё чаще применяются современные технологии, такие как светодиодные индикаторы, тактильные сигналы и даже голографические проекции.

Широко вводится использование дронов для мониторинга и обнаружения пожаров в труднодоступных или удалённых местах. Это особенно актуально для больших территорий, таких как лесные массивы или промышленные объекты, где традиционные методы контроля оказываются менее эффективными.

И одним из главных подходов было и остаётся обучение людей правильным действиям в случае пожара. Современные программы обучения пожарной безопасности становятся всё более интерактивными и адаптированными к конкретным потребностям. Они могут включать в себя виртуальные тренировки, симуляторы и другие инновационные методы обучения.

Приведём примеры успешных проектов в области разработки профилактических противопожарных мероприятий:

- проект Rapo AI (США). Платформа объединяет данные с камер, установленных на вышках, и спутниковые снимки для мониторинга лесов. Алгоритмы анализируют территорию радиусом до 24 км, определяя координаты возгорания с точностью до 10 метров;
- система FireScout (Австралия). Использует дроны с тепловизорами и ИИ для патрулирования труднодоступных зон. В 2023 году она помогла локализовать 15 пожаров в национальных парках до прибытия спасателей;
- проект в Сочи. ИИ координирует работу пожарных дронов и «роботов-тушильщиков».

В целом, применение современных технологий значительно повышает эффективность пожарных и спасательных операций, помогает снизить риски для людей и сэкономить время и ресурсы. Однако необходимо помнить, что для успешного использования указанных технологий в данной сфере требуется квалифицированный персонал и разработка соответствующих правил и политик безопасности.

1.5 Проблемы и перспективы развития профилактических мероприятий

Наряду с появлением новых технологий и перспектив развития, на сегодняшний день остались нерешёнными и некоторые проблемы профилактических противопожарных мероприятий. Приведём основные из них:

- недостаток финансирования. В некоторых регионах уровень пожарной безопасности остаётся низким из-за недостатка средств на проведение профилактических мероприятий;
- слабая подготовка должностных лиц, которая приводит к неэффективному проведению проверок и обучению сотрудников;
- низкий уровень знания населением о существующих мерах пожарной безопасности, особенно в местах сельской местности;
- недостаточная проработанность четкой концепции профилактики пожаров в системе общей безопасности общества;
- отсутствие типового подхода к защите новых решений в строительстве, так как появляются новые пожароопасные строительные материалы и конструктивные решения;
- отсутствие систем бесплатной передачи сигнала в ближайшее пожарное подразделение и их интеграции с другими системами безопасности.

Тем не менее, вселяют надежду реальные перспективы развития профилактических противопожарных мероприятий, которые связаны с использованием следующих мероприятий [49]:

- внедрение современных технологий, таких как использование дронов для мониторинга пожароопасных зон и автоматизированных систем раннего предупреждения;
- регулярное обучение и повышение квалификации сотрудников надзорных органов для обеспечения высокой профессиональной подготовки и способности быстро и грамотно действовать в чрезвычайных ситуациях;
- расширение международного сотрудничества и обмен опытом с другими странами для перенятия передовых практик и технологий, что существенно повысит общий уровень пожарной безопасности в России;
- разработка систем защиты новых решений с учётом статистики аварий и пожаров на указанных объектах и причин пожаров от новых решений (технологий и устройств).

Необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу в сфере пожарной безопасности для обеспечения более строгие требования к безопасности зданий и сооружений, а также к оборудованию и материалам, используемым в строительстве.

Итак, в 1 разделе рассмотрены теоретические понятия и сущность профилактических мер при пожаре, обозначены распространенные причины гибели и травмирования людей в ситуации пожара. Представлены методы разработки профилактических мероприятий. Дан обзор современных тенденций в разработке профилактических мероприятий. Рассмотрены проблемы и перспективы развития профилактических мероприятий.

2 Анализ существующих методов разработки профилактических мероприятий (на примере организации)

2.1 Расчет вероятности возникновения пожара в здании

Рассмотрим существующие методы разработки профилактических мероприятий на примере объекта: 81 пожарно-спасательная часть Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области.

Сокращенное наименование: 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России по Самарской области.

Место дислокации: 445039 г. о. Тольятти, ул. 40 лет Победы, д. 94.

Численность подразделения – 65 человек.

Далее проанализируем вероятность возгорания в здании 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России, что необходимо для получения расчетных величин для определения уровня обеспеченности пожарной безопасности людей и самого производственного здания.

Стоит учесть, что при эксплуатации зданий любого вида детальности, который в нем проводится, всегда нужно учитывать форс-мажорные обстоятельства, например, природного характера. Свести к нулю вероятность возгорания в здании совершенно не получится, но, применяя методы и учитывая вероятностные характеристики объекта, можно существенно снизить потенциальный коэффициент возгорания.

Законом утверждены параметры и цифры, которые апробировании рекомендованы к учитыванию в качестве критериев при оценке возможного возгорания на объекте. Например, в Законе №123-ФЗ закреплены основные параметры и характеристики, такие как «технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [33]. В документе закреплено, что пожарный риск объекта — это количественный показатель, отражающий:

- вероятность возникновения возгорания;

- прогнозируемый масштаб ущерба для жизни и здоровья людей.

Кроме того, регламент включает:

- критерии соответствия/несоответствия требованиям пожарной безопасности (например, классификацию угроз по степени опасности с описанием возможных последствий) [8];
- нормативы пожарного риска, дифференцированные по типам объектов (жилые, промышленные, общественные здания и т. д. [11]).

Таким образом, следует руководствоваться параметрами и данными, которые указаны в законах, и при их несоответствии с действительными параметрами – делать вывод о потенциально большом вероятностном возгорании объекта.

Закладка безопасности будущего объекта начинается уже на этапе его проектирования, задолго до начала самого строительства. На основании расчетных данных проводится оценка безопасности будущего объекта, показатели приводятся к нормативам, указанным в законах. Далее, в процессе построения объекта постоянно проводятся проверки, корректировка и расчётов, и показателей на соответствие нормам закона.

Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что оценка пожарной безопасности объекта проводится не только для целей безопасности людей, но и с экономической стороны – на сколько объект будет стабилен и устойчив с технической стороны, потому как в случае пожара – владельцам будет причинен и материальный вред, они потерпят убытки. Для подобных целей созданы свои методики, указанные в приложении 4 к ГОСТ 12.1.004-91 [4], МДС 21-3.2001 [10] и приложении 1 к МДС 21-1.98 [9].

Согласно анализу нормативных требований, оценка пожарных рисков объекта должна включать два ключевых параметра [14]:

- наличие на территории профилактических подразделений пожарной охраны (ПСПО);
- удалённость от элементов пожарной инфраструктуры (ближайшее депо — см. таблицу 1).

Таблица 1 – Вероятность возникновения пожара в зданиях согласно МГСН 4.04-94

Вероятность возникновения пожара	Расстояние до пожарного депо (км)			
	До 1,0	1,0-2,0	2,25-3,0	3,25-5,0
При отсутствии ПСПО	0,015	0,017	0,020	0,025
При наличии ПСПО	0,012	0,013	0,015	0,020

В 1998 году был принят МДС 21.1.98 [9], где указываются вероятности возникновения пожара на некоторых административных объектах (см. табл. 2).

Таблица 2 – Вероятность возникновения пожара (на 1 м²)

Тип объекта	Вероятность возникновения пожара (м ² /год)
Административно-бытовой корпус производственного предприятия	$5 \cdot 10^{-6}$
Производственное здание автотранспортного предприятия	$3,1 \cdot 10^{-6}$

МДС 21-3.2001 [10], утверждён в 2001 году и содержит конкретные рекомендации об определении возможной вероятности возникновения пожара на основе статистических данных или же по Приложению 3 к ГОСТ 12.1.004-91[4], где приводятся такие данные (см. табл. 3).

Таблица 3 – Вероятность возникновения пожара (на 1 м²) по Приложению 3 к ГОСТ 12.1.004-91

Тип объекта	Вероятность возникновения пожара (м ² /год)
Стоянка автотранспорта	$9,4 \cdot 10^{-6}$
Склад с продукцией разных номенклатур	$9,4 \cdot 10^{-6}$
Административно-бытовой корпус производственного предприятия	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Производственный корпус	$5,0 \cdot 10^{-6}$

Приведённые в таблицах данные основаны на комплексном анализе:

- математические модели рисков;
- статистика пожаров за ретроспективный период.

В дальнейших расчётах вероятности возгорания для территории 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России в формулу будет заложен максимальный коэффициент риска, обеспечивающий консервативную оценку сценариев.

Обратимся к статистическим данным по роду деятельности 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России (см. рис. 1). Пожары в зданиях производственных объектов в 2012-2014 гг. постройки составляли в среднем около 2,2 % от общего количества. Подобный показатель можно считать невысоким.

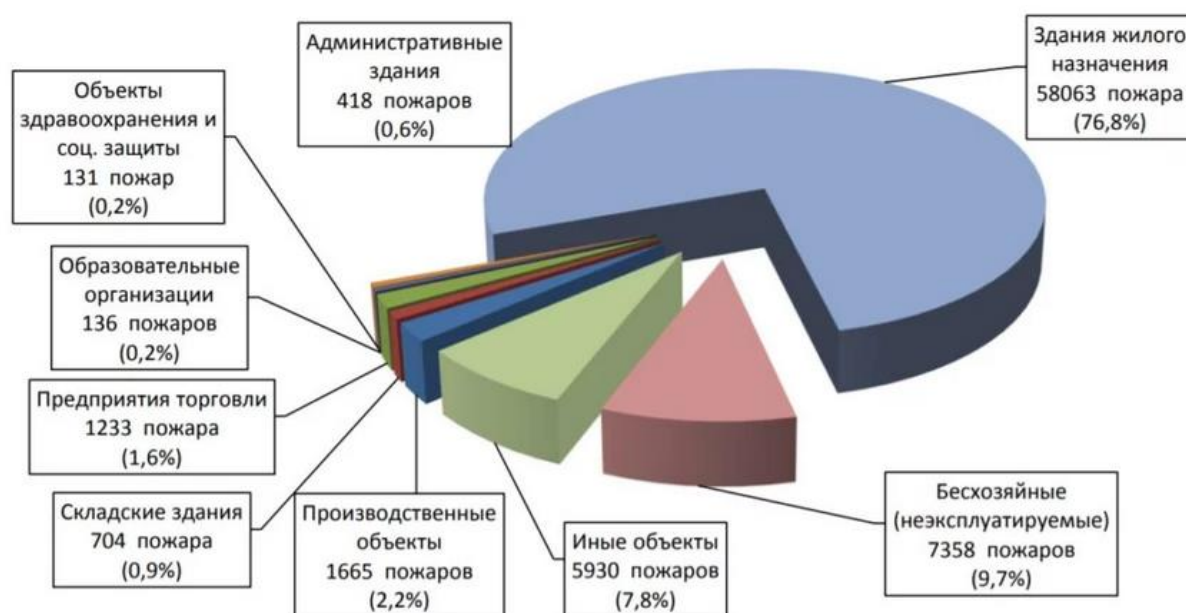


Рисунок 1 – Распределение пожаров по объектам разного функционального назначения [39-41]

В британском стандарте PD 7974-7:2003 «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий. Часть 7: вероятностная оценка риска» [42] указаны более четкая оценка частот возникновения пожара в различных видах зданий. В качестве примера приведём формулу частоты воспламенения из этого источника:

$$P_i = a \cdot (A_F)^b; \quad (1)$$

В формуле:

- a и b — индивидуальные коэффициенты, зависящие от категории объекта;
- AF — общая площадь объекта.

Пояснение параметров:

- параметр « a » рассчитывается как отношение количества зарегистрированных возгораний (n) за временной интервал (k) к общему числу объектов группы риска (N);
- коэффициент « b » отражает степень влияния факторов, повышающих вероятность возгорания.

Численные значения a и b для основных типов зданий получены на основе:

1. анализа британской пожарной статистики;
2. специализированного исследования (см. таблицу 4) [42].

Таблица 4 – Вероятность возгорания зданий

Тип здания	Вероятность пожара в год	
	a	b
Производственные здания	0,0084	0,41
Склады	0,00067	0,50
Офисы	0,00059	0,90

В таблице 4 приведены значения следующих коэффициентов: графа «Производственные здания» – $a=0,0084$, $b=0,41$. Исходя из показателей можно судить о том, что вероятность возникновения пожара в 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России находится на низкой величине, и вероятность пожара никак не соотносится с площадью объекта.

Проанализируем общую вероятность возгорания различных типов объектов на основании данных из табл. 5.

Таблица 5 – Общая вероятность пожара в различных типах зданий

Тип здания	Вероятность возгорания (1/год)
Производственные здания	0,044
Различные склады	0,013
Офисы	0,0062

Вероятность возгорания в 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России исходя из данных таблицы 5 также составляет низкие величины: 0,044, то есть находится в допустимых нормативных пределах (таблица 6).

Таблица 6 – Вероятность возгорания в пределах определённой площади для различных типов зданий

Тип здания	Вероятность возгорания (1/год)
Офисы	$12 \cdot 10^{-6}$
Различные склады	$33 \cdot 10^{-6}$
Общественные здания	$97 \cdot 10^{-6}$

Исходя из разной направленности эксплуатации задания в 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России его тип можно отнести как к офисам, так и к общественным зданиям. Общий пожарный риск определяется суммированием всех возможных событий, или по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot U_i \quad (2)$$

Тогда получаем среднюю частоту пожара:

$$P_{cp} = \frac{12 \cdot 10^{-6} + 97 \cdot 10^{-6}}{2} = 55 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{м}^2} \cdot \text{год} \right)$$

Таким образом, на основании проведенного исследования и сравнения полученных параметров с нормативными значениями, можно заключить, что пожароопасность объекта находится в рамках допустимых значений - (одна десятитысячная в год), что не противоречит требованиям ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ [36].

Законодательством введено понятие «класс пожарного риска объекта», выполняющее две ключевые функции:

- классификация объектов — отнесение к определённой категории для разработки адекватных мер противопожарной защиты;
- оценка опасности — определение потенциальной уязвимости объекта на основе [1]:
 - назначения (жилое, промышленное, административное);
 - архитектурно-конструктивных особенностей;
 - режима эксплуатации;
 - специфики технологических процессов (при наличии).

В соответствии со статьёй 32 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [36] выделяют 5 классов функциональной пожарной безопасности (Ф1–Ф5), которые описывают общую пожароопасность объекта. От класса по пожароопасности зависит периодичность проверок пожарного надзора, требования к безопасности, достаточным мерам защиты. Для присвоения определенного класса чиновники МЧС руководствуются Постановлением № 1662 [17].

Таблица 7 – Основные понятия, применяемые при расчете пожарных рисков

Основные понятия, применяемые при расчете пожарных рисков	Описание
Пожарный риск	Показатель, определяющий вероятность возникновения пожара на объекте, гибели одного человека или группы лиц.
Категория пожароопасности	Показатель, описывающий потенциальную опасность помещения или здания. Зависит не только от характеристик объекта, но и от свойств, количества и вида материалов и веществ.
Класс пожарного риска	Показатель, присваиваемый зданию должностными лицами МЧС. Описывает степень потенциальной опасности, влияет на периодичность плановых проверок МЧС.
Декларация пожарной безопасности	Содержит основные сведения о пожарной безопасности и защите объекта. Одним из разделов декларации является расчет пожарных рисков.

Исходя из вида деятельности 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России, эту организацию можно отнести к классу Ф5 – здания производственного или складского назначения, на которых ведётся посменная круглосуточная работа и не рассчитанные на массовое скопление людей. Как было сказано выше, классы присваиваются ещё на этапе строительства, эти данные вносятся в проектную документацию для определения плана пожарной безопасности.

С 1 января 2021 года вступили в силу изменения, внесённые Постановлением Правительства РФ №1662 от 12.10.2020 в систему федерального пожарного надзора.

Ключевые нововведения:

Риск-ориентированный подход. Категория пожарного риска объекта определяется на основе:

- тяжести возможного ущерба от пожара (человеческие жертвы, материальные потери);
- индекса индивидуализации — параметра, учитывающего технические характеристики объекта (площадь, этажность, материалы);
- истории соблюдения требований пожарной безопасности;
- вероятности нарушений в будущем.

Цель реформы:

- оптимизация надзорной деятельности;
- для объектов с низким индексом риска — сокращение частоты проверок;
- для объектов с высоким риском — усиление контроля;
- снижение административного давления на добросовестных собственников.

Первостепенная задача при расчете и оценке пожарного риска заключается в обеспечении соответствия показателей данных рисков с допустимыми величинами нормативов. При соответствии необходимых

показателей данные означают, что на объекте реализован достаточный уровень защиты.

Оценка пожарного риска может потребоваться в следующих случаях:

Проектирование и строительство:

- при разработке архитектурно-планировочных решений;
- на этапе выполнения строительно-монтажных работ.

Эксплуатация объектов:

- для обеспечения безопасности людей и имущества;
- при модернизации инженерных систем.

Выбор технических решений:

- подбор средств автоматического пожаротушения;
- расчёт параметров эвакуационных путей.

Нормативно-правовая документация:

- подготовка деклараций пожарной безопасности;
- оформление разрешений на ввод объекта в эксплуатацию.

Оценка степени риска возникновения пожара на объекте может проводиться в рамках плановых проверок пожарного надзора. Для этого на объекте осуществляется аудит с привлечением экспертов в области пожарной безопасности.

Перечислим ключевые аспекты процесса.

Плановые проверки:

- включают комплексный аудит объекта;
- проводятся уполномоченными органами пожарного надзора.

Независимая оценка рисков (НОР):

- может быть инициирована организацией самостоятельно;
- представляет собой многоэтапный процесс;
- анализ документации (проектная, эксплуатационная);
- инструментальные замеры (пожарная нагрузка, эвакуационные пути);

- моделирование сценариев (расчёт времени эвакуации, распространения огня).

Результаты проверки:

- оформляются в виде заключения о соответствии нормам ПБ;
- регистрируются в МЧС через официальный портал ведомства;
- при положительном результате дают право на освобождение от плановой проверки на срок до 3 лет (в зависимости от категории риска объекта).

Существенным недостатком НОР является его высокая стоимость и длительность проведения подобной проверки. В связи с данными нюансами подобную проверку может провести у себя лишь большое предприятие, хотя данная проверка была бы хороша к проведению на всех объектах, потому как в вопросах пожарной безопасности нельзя прикидывать вероятность «на глазок», необходимо убедиться в точности расчётов для отражения реального показателя законов, прежде всего, добиться соответствия нормативам, регламентированным ФЗ № 123-ФЗ [36]. Также для оценки соответствия нужно руководствоваться нормативно-техническими актами: Постановлением № 1084 [19] и Постановлением № 1662 [17]. Полученные расчетные данные нужно отразить в содержании декларации пожарной безопасности. Форма этого документа регламентирована Приказом МЧС № 171 [21]. Чтобы указать точные данные о рисках на декларируемый объект, нужно сначала выполнить его расчеты.

Для проведения расчётов и оценки пожарной безопасности объекта специалистам необходимо собрать и проанализировать следующие данные:

Анализ устойчивости здания к пожару. Источники данных: проектная документация, технические паспорта, акты обследований. Ключевые параметры:

- геометрия здания (этажность, планировка, площадь);
- огнестойкость строительных материалов;

- наличие огнезащитных конструкций (противопожарные перегородки, двери).

Оценка потенциальной пожароопасности. Источники данных:

- статистика предыдущих возгораний на объекте (если имеется);
- характеристики хранимых/используемых веществ (горючесть, токсичность).
- методы: анализ эксплуатационных рисков (например, наличие источников открытого огня);
- сравнение с типовыми сценариями для аналогичных объектов.
- моделирование опасных факторов пожара.

Этапы:

- построение сценариев развития пожара (локализация, скорость распространения);
- расчёт полей опасных факторов;
- температурные зоны;
- концентрация токсичных газов;
- уровень задымления;
- специализированное ПО (например, такие инструменты, как Fire Dynamics Simulator).

Прогнозирование последствий пожара. Оцениваемые параметры:

вероятность человеческих жертв;

материальный ущерб (прямой и косвенный);

время блокирования эвакуационных путей;

методы: использование статистических данных по авариям на схожих объектах;

экспертные оценки.

Анализ систем противопожарной защиты. Изучаемые параметры:

тип и расположение систем (пожаротушение, оповещение, дымоудаление);

- соответствие нормам (СНиП, СП, ГОСТ);

- результаты последних испытаний и проверок;
- документы;
- сертификаты на оборудование;
- акты ввода систем в эксплуатацию.

Итоговая цель: на основании собранных данных формируется отчёт, включающий:

- расчёт категории пожарного риска [19];
- рекомендации по устранению нарушений;
- прогноз эффективности существующих мер защиты.

Нормативная база. Все этапы работ проводятся в соответствии с методиками, утверждёнными Постановлением № 1084.

Если в здании предполагается большое количество рабочих мест, то необходимо отдельно рассчитывать потенциальный риск для работников данного здания в случае наступления пожара [12]. Анализируются параметры и сценарии, при которых возможно нанесение вреда людям, находящимся в здании. Все предоставленные данные также сравниваются с нормативными цифрами для выявления отклонений или соответствия ФЗ №123-ФЗ [36]. К примеру, индивидуальный пожарный риск для большинства зданий не должен превышать порог в одну миллионную в год, как указано в нормативе.

Если здание эксплуатируется для производства чего-либо, то, в соответствии с нормативами, составляющими не более одной миллионной в год, аналогичное требование распространяется и на близлежащие территории.

Учитывая особенности технологического процесса, для некоторых зданий показатель норматива может составлять одну десятитысячную в год, о чем также казано в ФЗ №123-ФЗ [36] в статье 93, где прописываются особенности нормативов для каждого типа зданий.

Методика пожарного риска также утверждена в соответствующем Постановлении № 1084 [19], в процессе оценивания которой специалисты обращают внимание на следующие факторы:

- проводят первичный анализ имеющейся информации об объекте;

- составляют возможные сценарии развития пожара на исследуемом здании;
- определяют зоны и площади, которые могут быть задействованы при возникновении пожара;
- оценивают необходимое время для эвакуации людей;
- рассчитывают количество единиц пожарной техники, необходимых для тушения пожара на конкретной территории или здании;
- резюмируют, каким образом лучше осуществить защиту объекта от пожара, а также разрабатывают схему эффективного пожаротушения в случае его наступления конкретно для данного объекта.

Все вышеперечисленные действия, связанные с моделированием сценариям пожара, проводятся в специализированных компьютерных программах, которые обобщают все имеющиеся данные и проводят диагностику и описывают результат.

После исследования всех нюансов возможных сценариев и составления вероятностных действий при развитии пожарных ситуаций подготавливается отчет об оценке пожарного риска здания. Этот отчет также формируется в соответствии с Постановлением №1084 [19], в соответствии с требованиями которого в отчете должны быть отражены следующие данные:

- «информация об организации и специалистах, проводивших расчеты;
- описание характеристик объекта (помимо прочего, специалисты укажут количество и класс опасности пожарных отсеков, расчетное время нахождения на объекте сотрудников и т.д.);
- технические данные, влияющие на пожароопасности объекта и эвакуацию людей (количество, параметры и места размещения лестниц, зон безопасности для маломобильных групп населения, эвакуационных выходов и т.д.);
- поэтажные планы, сведения о высоте помещений, здания;
- тип, состав и характеристики систем противопожарной защиты, в том числе СОУЭ [23];

- данные о численности людей и местам их размещения;
- описание возможных сценариев распространения пожара (для каждого сценария указывает место возникновения огня, расчетная область распространения, площадь очага, пожарная нагрузка);
- характеристики и тип противодымной защиты;
- данные о наличии или отсутствии средств автоматического тушения в зоне очага;
- описание методов моделирования пожароопасной ситуации» [20].

При подготовке отчета по пожарной безопасности особое внимание уделяется уникальным характеристикам оцениваемого объекта. В документ включаются сведения о различных условиях, способных оказать существенное влияние на вероятность возникновения возгорания.

К таким условиям относятся как внешние факторы — климатические особенности местности и экологическая обстановка вокруг здания, так и внутренние характеристики самого объекта. Специалисты учитывают все обстоятельства, которые потенциально могут как увеличивать, так и снижать пожарные риски.

В процессе составления документа анализируются особенности конструкции здания, специфика технологических процессов, происходящих внутри, а также характеристики прилегающей территории. Все эти параметры в совокупности формируют полную картину пожарной безопасности объекта.

Методологическая база для подготовки такого отчета подробно описана в Постановлении №1084, где представлен рекомендуемый перечень данных, необходимых для проведения всесторонней оценки пожарной безопасности производственных объектов.

Такой комплексный подход к анализу позволяет создать максимально достоверный документ, отражающий реальное состояние пожарной безопасности конкретного здания с учетом всех его индивидуальных особенностей [19].

Таким образом, все действия при составлении риска пожароопасности объекта строго регламентируются законодательством и в отчете должны быть отражены сведения, которые требует указать законодатель.

2.2 Расчет времени эвакуации людей из здания

Как указывается в содержании ФЗ №123 от 22.07.2008 [36], «необходимое время эвакуации – время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью в результате воздействия опасных факторов пожара».

Следовательно, при возникновении пожара опасность для человека будут представлять следующие негативные факторы: высокие температуры, снижение концентрации кислорода в воздухе помещений и возможность потери видимости вследствие задымления зданий. При этом, время достижения критических для человека параметров температуры и концентраций кислорода на пожаре именуется «критической продолжительностью пожара» и обозначается τ_{nk} .

Проведём расчёт критической продолжительности пожара при повышенной температуре.

Для в 81 ПСЧ ФПС ГПС характерно применение твердых горючих веществ, и поэтому критическая продолжительность пожара по температуре вычисляется по формуле (3):

$$\tau_{nk} = \sqrt[3]{\frac{W_{ном} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot V^2}}, \quad (3)$$

где:

$W_{ном}$ – объем воздуха в рассматриваемом здании, м³;

c – удельная изобарная теплоемкость газа, кДж/кг·град;

$t_{кр}$ – критическая для человека температура, равная 70°C;

t_n – начальная температура воздуха, °C;

ϕ – коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов, принимается равным 0,5;

Q – теплота сгорания веществ, кДж/кг;

n – весовая скорость горения, кг/м²·мин;

V – линейная скорость распространения огня по поверхности горючих веществ, м/мин.

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитать свободный объем невозможно, допускается принимать его равным 80 % от геометрического объема. Критическую продолжительность пожара по температуре будем рассчитывать по формуле (3) с учетом обстановки в здании.

Примем исходные данные для расчёта:

- объём воздуха в помещении $W_{ном} = 1000 \text{ м}^2 \cdot 4 \text{ м} \cdot 80 \% = 3200 \text{ м}^3$;
- удельная теплоемкость сухого воздуха при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. $c = 1009 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$ при температуре от 60 до 120°C;
- критическая для человека температура $t_{кр} = 70^\circ\text{C}$;
- начальная температура воздуха $t_n = 20^\circ\text{C}$;
- теплота сгорания веществ $Q = 13\,800 \text{ кДж/кг}$;
- площадь поверхности горения $f = 10 \text{ м}^2$;
- весовая скорость горения мебели $n = 14,0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{мин}$;
- линейная скорость распространения огня по поверхности мебели $V = 0,36 \text{ м/мин}$.

Расчёт критической продолжительности пожара по температуре:

$$\tau_{nk} = ((3200 \times 1009 \times (70 - 20)) / (1 - 0,5) \times 3,14 \times 13\,800 \times 14 \times (0,36)^2)^{1/3} = (4106,76)^{1/3} = 16,01 \text{ мин.}$$

Расчёт критической продолжительности пожара по снижению концентрации кислорода в воздухе определяют по формуле (4):

$$\tau_{nk}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{\text{ПОМ}}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} \cdot V^2}}, \quad (4)$$

где W_{O_2} — расход кислорода на сгорание 1 кг горючих веществ, равный 4,76 кг/м²·мин.

$$\tau_{nk}^{O_2} = ((0,01)^{-1} \times 3200) / 3,14 \times 14 \times 4,76 \times (0,36)^2)^{1/3} = 11800^{1/3} = 22,8 \text{ мин.}$$

Из полученных значений выбирается минимальная критическая продолжительность пожара – 16,01 мин.

Допустимая продолжительность эвакуации людей при пожаре определяется по формуле:

$$\tau_{кр.эв} = m \cdot \tau_{кр.мин}; \quad (5)$$

где m — коэффициент безопасности, который зависит от противопожарной защиты здания. В производственных зданиях при отсутствии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре, величина $m = 1,0$;

$\tau_{кр.мин}$ - критическая продолжительность пожара.

$$\tau_{кр.эв} = 1 \cdot 16,01 = 16,01 \text{ (мин)}$$

Таким образом, допустимая продолжительность эвакуации людей при пожаре из 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России составляет 16,01 мин.

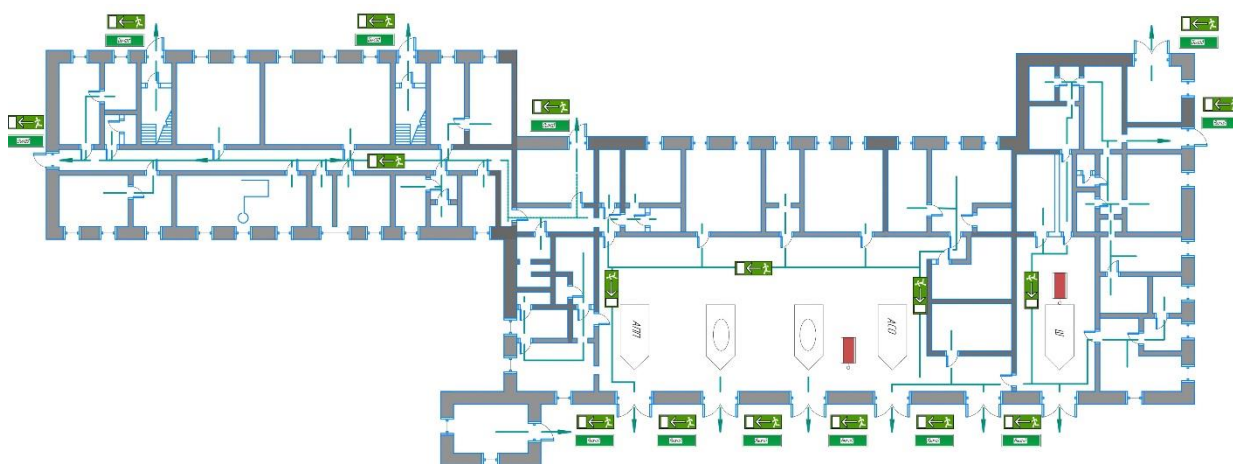


Рисунок 2 – Схема путей эвакуации

Рассмотрим таблицу 8, из содержания которой следует, что здание можно отнести к классу Ф4 (органы управления учреждений) и которая не оборудована системой оповещения при возгорании.

Таблица 8 – Значения времени начала эвакуации людей из зданий образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления (Ф4)

Класс функциональной пожарной опасности зданий	Время начала эвакуации людей $t_{нэ}$ (мин)		
	Здания, оборудованные системой управления и оповещения эвакуацией людей		Здания, не оборудованные этой системой
	I-II типа	III-IV	---
Здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления (Ф4)	3,0	1,5	6,0

Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ для помещения следует принимать равным:

$$t_{нэ(1)} = 6 + 0,01F = 16 \text{ (мин)}, \quad (6)$$

где F - площадь помещения, $F = 1000 \text{ м}^2$.

Отсюда $t_{кр.эв} = 16,01 \text{ мин} > t_{нэ}(1) = 16 \text{ (мин)}$, следовательно, время начала эвакуации соблюдается.

Далее, проведем определение расчетного времени эвакуации людей из 81 ПСЧ ФПС ГПС ГУ МЧС России.

Расчет времени эвакуации представляет собой суммирование временных показателей движения людей по всем участкам эвакуационного маршрута — от начальной точки их расположения до выхода из здания. Ключевым фактором, влияющим на итоговый результат, является протяженность путей эвакуации.

В качестве примера рассмотрим офисное помещение 81 ПСЧ, расположенное на втором этаже здания. Общая эвакуационная схема включает 13 отдельных помещений, для каждого из которых требуется провести индивидуальный расчет времени эвакуации. Это необходимо для определения максимально точных показателей безопасности и эффективности эвакуационных путей в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Такой подход позволяет учесть все особенности планировки и обеспечить достаточный уровень безопасности для всех находящихся в здании людей, учитывая специфику расположения каждого рабочего места.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91, общее время эвакуации людей складывается из интервала времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей $t_{н.э.}$ и расчетного времени эвакуации t_p , которое представляет собой сумму времени движения людского потока по отдельным участкам маршрута от места нахождения людей в момент начала эвакуации до эвакуационных выходов из помещения, с этажа, из здания:

$$t_p = t_{н.э.} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (7)$$

где $t_{н.э}$ – время задержки начала эвакуации, мин;

t_1 – время движения людского потока на первом участке, мин;

$t_2, t_3, \dots, t_i$ – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Усредненное время задержки начала эвакуации людей для производственных зданий без систем оповещения, где персонал находится в бодрствующем состоянии и знаком с планировкой здания и процедурой эвакуации, берётся равным 4 мин.

При расчете путь движения людского потока делится на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур), длиной L и шириной b . Начальным участком являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т. п.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка эвакуационного пути берется согласно проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину.

Средняя площадь горизонтальной проекции человека составляет 0,1 м² на человека. Подразумеваем, что максимальное число работников равно 5 человекам в каждом помещении. Эвакуация происходит через выходы на первом этаже здания (рис. 2).

Время движения людского потока по первому участку пути t_1 , мин, вычисляют по формуле:

$$t_1 = L_1 / V_1, \quad (8)$$

где L_1 – длина первого участка эвакуационного пути, м;

V_1 – скорость движения людского потока на первом участке пути, м/мин.

Скорость движения людского потока (V_i) и интенсивности q , м/мин, зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из табл. 9.

Таблица 9 – Зависимость скорости V , м/мин, и интенсивности q , м/мин, движения от плотности людского потока D

Плотность потока D , м ² /м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность q , м/мин.	Лестница вниз	
	Скорость v , м/мин.	Интенсивность q , м/мин.		Скорость v , м/мин.	Интенсивность q , м/мин.
0,01	100	1	1	100	1
0,05	100	5	5	100	5
0,1	80	8	8,7	95	9,5
0,2	60	12	13,4	68	13,6
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6
0,4	40	16	18,4	40	16
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6
0,6	28	16,3	19,05	24,5	14,1
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4
0,90 и более	15	13,5	8,5	8	7,2

Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле (9):

$$D_i = (N \times f) / (L_i \times \delta_i), \quad (9)$$

где N – число людей;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека (примем $f=0,1$ м²);

δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м.

На рисунке 3 представлены помещения, для которых проводится расчёт времени эвакуации.

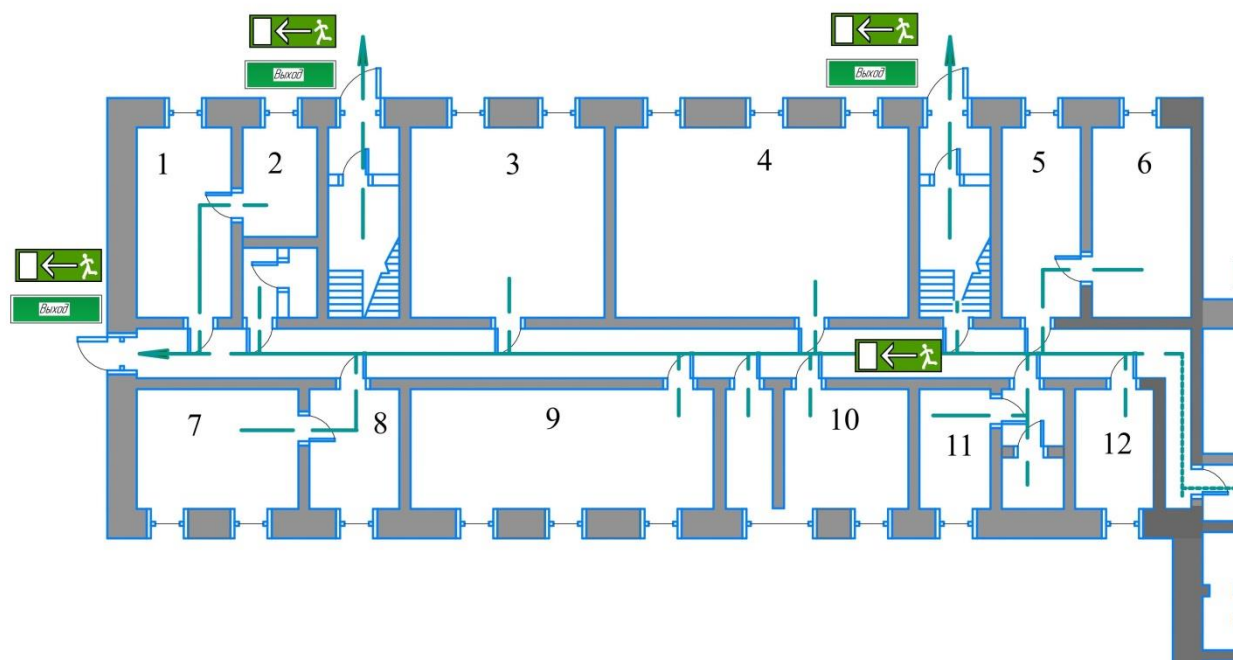


Рисунок 3 – Помещения, для которых производится расчёт времени эвакуации

Расчет производим с наиболее неблагоприятными возможными условиями – все работники офиса находятся в здании. Для проведения расчетов используем программу MathCAD. Результаты расчета времени эвакуации сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет времени эвакуации

№ помещения	Вид участка	Тип участка	Длина участка, м	Ширина участка, м	Число людей, чел.	Площадь проекции человека, м²/чел.	Ширина двери на участке, м	Плотность потока	Интенсивность движения, м/мин.	Скорость прохождения участка, м/мин.	Время задержки, мин		Время прохождения участка, мин.
											На участке	В двери	
1	Гор. путь	начальный	5	3	4	0,1		0,0099	0,99	100			0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
2	Гор. путь	слияние	2	1,5	5	0,1	1,2						0,5
	Гор. путь	начальный	1	2,5	1	0,1		0,0099	0,99	100			0,10
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	3	1,5	5	0,1							0,6
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	2,5	1,5		0,1	1,2						0,5
3	Гор. путь	начальный	5	5,5	2	0,1		0,0099	0,99	100			0,06
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	10	1,5		0,1	1,2						1,0
4	Гор. путь	начальный	5,5	8	6	0,1	0,8	0,0099	0,99	100			0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	3	1,5		0,1							0,7
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	5	1,5		0,1	1,2						0,6
5	Гор. путь	начальный	5,5	1,5	2	0,1	0,8	0,0099	0,99	100			0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	3	1,5		0,1							0,3
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	5	1,5		0,1	1,2						0,4
6	Гор. путь	начальный	5,5	1,5	2	0,1	0,8	0,0099	0,99	100			0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	1,5	1,5		0,1							0,3
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	3	1,5		0,1							0,3
7	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	5	1,5		0,1	1,2						0,5
	Гор. путь	начальный	4,5	1,5	3	0,1	0,8	0,0099	0,99	100			0,18
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0

Продолжение таблицы 10

№ помещения	Вид участка	Тип участка	Длина участка, м	Ширина участка, м	Число людей, чел.	Площадь проекции человека, м²/чел.	Ширина двери на участке, м	Плотность потока	Интенсивность движения, м/мин.	Скорость прохождения участка, м/мин.	Время задержки, мин		Время прохождения участка, мин.
											На участке	В двери	
	Гор. путь	слияние	1,5	1,5		0,1	1,2						0,3
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							0,3
8	Гор. путь	начальный	3,5	1,5	1	0,1	0,8		0,99				0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							0,3
9	Гор. путь	начальный	9	1,5	42	0,1	0,8		0,99				0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	8	1,5		0,1							0,3
	Гор. путь	слияние	5,5	1,5		0,1							0,5
10	Гор. путь	начальный	3,5	1,5		0,1	0,8		0,99				0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							0,3
	Дверь	последующий				0,1							0,3
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							0,6
11	Гор. путь	начальный	3,5	1,5	1	0,1	0,8		0,99				0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	1,5	1,5		0,1							0,3
	Гор. путь	слияние	2,5	1,5		0,1							0,6
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							0,8
12	Гор. путь	начальный	3,5	1,5	1	0,1	0,8		0,99				0,08
	Дверь	последующий				0,1	0,8		7,3				0
	Гор. путь	слияние	5	1,5		0,1							0
	Дверь	последующий				0,1							0
	Гор. путь	слияние	6	1,5		0,1							1,0
										Итого			12,36

Таблица 11 – Время эвакуации людей при пожаре

Время критической эвакуации $t_{кр}$ (мин)	Время начала эвакуации $t_{нэ}$ (мин)	Расчётное время эвакуации P_p (мин)
16,01	16	12,36

Таким образом, расчётное время эвакуации из офисной части 81 ПСЧ составляет 12,36 мин., что меньше критического времени эвакуации.

2.3 Расчет требуемого количества средств пожаротушения

Расчет количества модулей порошкового пожаротушения (МПП) выполняют в следующих случаях:

- при определении требуемого количества сил и средств на тушение пожара;
- при оперативно-тактическом изучении объекта;
- при разработке планов пожаротушения;
- при подготовке пожарно-тактических занятий;
- при проведении экспериментальных работ по определению эффективности средств тушения;
- при процессе исследования пожара для оценки действий РТП подразделений.

Количество модулей определяется по формуле:

$$N = \frac{S_y \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4}{S_h} \quad (10)$$

где N – количество модулей, необходимое для защиты помещения, шт.;

S_y – площадь, защищаемого объекта;

S_h – площадь, защищаемая одним модулем, = 28 м²;

k_1 – коэффициент неравномерности распыления (по документации на модуль), $k_1 = 1$;

k_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания, принимается равным 1;

$k_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином А-76;

k_4 – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения, и составляет 1,0.

Для расчёта количества МПП выберем наиболее пожароопасное помещение в офисной части здания – электрощитовую.

Используем следующие данные:

$$S_{\text{пом}} = 4,6 \text{ м}^2$$

$$S_h = 28 \text{ м}^2$$

Коэффициенты k_1, k_2, k_3, k_4 равны 1.

Результаты расчета количества МПП приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет количества МПП

Наименование	$S_{\text{пом}}, \text{м}^2$	$S_h, \text{м}^2$	k_1	k_2	k_3	k_4	N
Значение показателя	4,6	28	1	1	1	1	1

Количество модулей порошкового пожаротушения берётся целым числом и будет равно 1 модулю.

2.4 Расчет эффективности систем пожарной сигнализации

Оценка эффективности систем пожарной сигнализации включает в себя анализ их работоспособности, выявление соответствия требованиям нормативных документов и оценку влияния на безопасность людей и имущества. Эффективность оценивается по таким критериям, как процент срабатываний при пожаре, скорость обнаружения возгорания, надежность

передачи сигналов и эффективность работы систем оповещения и пожаротушения.

Для оценки эффективности систем пожарной сигнализации используются различные методы. Перечислим основные из них.

- Анализ статистики срабатываний.
- Сравнение количества срабатываний системы при пожарах с общим количеством пожаров на объекте за определенный период.
- Проверка работоспособности отдельных компонентов. Это такие мероприятия, как тестирование датчиков, оповещателей, приемно-контрольных приборов и иных приборов для проверки их работоспособности.
- Сверка документации, которая должна находиться в соответствии с нормативными документами по проектированию и монтажу пожарной сигнализации.
- Оценка эффективности систем оповещения и эвакуации, которая своевременно оповестит людей о начале возникновения пожара.
- Анализ влияния на безопасность людей и имущества, то есть оценка уменьшения количества пострадавших и материального ущерба при пожарах, благодаря своевременному срабатыванию системы.
- Техническое обслуживание и плановые проверки работоспособности системы, включая проверку оборудования, линий связи и источников питания.

Целью создания систем противопожарной сигнализации является минимизация ущерба в случае начала пожара. Совокупный ущерб представляет собой сумму материального и морального потерь для потерпевших, а также степень их ущерба для здоровья. При этом, материальный ущерб достаточно легко поддается математическому подсчету.

для оценки эффективности применения системы пожарной сигнализации может быть использована функция предотвращенного

материального ущерба Y_n , с учетом затрат на достижение требуемого уровня функционирования системы пожарной сигнализации:

$$Y_n = Y_m - Y, \quad (11)$$

где Y – нанесенный пожаром материальный ущерб;

Y_m – максимально возможный нанесенный пожаром ущерб.

Последствия пожара в помещении оцениваются посредством коэффициента поражения K_n , который показывает процент от максимально возможного нанесенного пожаром ущерба Y_m . Максимально возможный ущерб соответствует полному выгоранию объекта. Этот параметр достигается при значении $K_n = 1$. Следовательно, выражение (6.2.1) можно изложить в следующем виде:

$$Y_n = Y (1 - K_n) \quad (12)$$

Параметр K_n — это функция параметров сформированной системы пожарной сигнализации, а также параметров пожара. При одинаковых объективных параметрах пожара (вероятность, скорость горения и др.) величина коэффициента поражения зависит от объема и качества задействованных средств пожарной безопасности, имеющих соответствующую величину приведенных годовых затрат на поддержание работоспособности системы пожарной сигнализации C_{cnc} .

Эффективность E применения этих средств можно оценить соотношением:

$$E = (Y / C_{cnc}) \cdot (1 - K_n) \quad (13)$$

Величина эффективности E демонстрирует величину сэкономленного ущерба в денежном эквиваленте, затраченного на создание и использование системы пожарной сигнализации.

Оценка эффективности позволяет выявить слабые места в системе, своевременно устранять неисправности, повышать надежность и обеспечивать безопасность людей и имущества при возникновении пожара.

2.5 Расчет зон опасности в здании при пожаре

Расчет зон опасности при пожаре в здании включает в себя определение областей, где люди могут находиться в опасности из-за воздействия возгорания, которое может оказывать тепловое воздействие, источать токсичные продукты горения, дым и обрушение. Эти параметры нужны для проектирования зданий и систем безопасности, а также для разработки планов эвакуации.

Основные факторы, влияющие на расчет зон опасности.

- Пожарная нагрузка: объем и типы горючих материалов в помещении влияют на скорость распространения пожара и выделение тепла.
- Конструкция здания: материалы, из которых построено здание, и его планировка влияют на распространение пожара и дыма.
- Системы безопасности: наличие систем пожаротушения, дымоудаления и дежурных помещений влияет на зоны, где можно находиться во время пожара.
- Технологические процессы: процессы, которые могут способствовать возникновению и распространению пожара, также учитываются в расчетах.
- Поведение пожара: распределение тепла, дыма и газов при пожаре влияет на определение зон опасности.

Основные методы расчета зон опасности.

- Моделирование пожара: используются компьютерные модели, которые имитируют распространение пожара и его воздействие на здание.
- Тепловые расчеты: определяют распределение тепла и температуры в помещении при пожаре.
- Расчет распространения дыма: анализируют пути распространения дыма и газов по помещению.
- Испытания и моделирование: модели и эксперименты помогают понять поведение пожара в реальных условиях.
- Примеры зон опасности.
- Непосредственная зона пожара: область, где пожар активно горит и выделяет большое количество тепла.
- Зона повышенного риска: область, где температура и концентрация дыма превышают безопасные уровни.
- Зона эвакуации: область, где люди должны эвакуироваться из здания из-за опасности.
- Зона безопасности: область, где люди могут безопасно находиться во время пожара.

Произведём расчет пропускной способности эвакуационных выходов с учетом числа людей и скорости их перемещения.

В процессе расчета параметров вынужденной эвакуации особое значение имеет концепция плотности людских потоков. Этот показатель отражает количество людей на единицу площади эвакуационного пути и играет ключевую роль в обеспечении безопасности при массовом оттоке людей.

Специалисты выделяют два основных параметра плотности.

Расчетная плотность представляет собой минимально допустимый показатель, который учитывается при проектировании эвакуационных маршрутов. Это базовое значение, определяющее возможность безопасного движения людей на любом участке пути эвакуации.

Предельная плотность — критический показатель, превышение которого создает реальную угрозу жизни и здоровью людей. При достижении этого значения возникает риск механических травм или удушья из-за чрезмерной скученности людей на эвакуационном пути.

Такой подход к оценке плотности людских потоков позволяет грамотно проектировать системы эвакуации и обеспечивать необходимый уровень безопасности при чрезвычайных ситуациях.

При массовых людских потоках длина шага ограничивается и зависит от плотности потоков. Если принять среднюю длину шага взрослого человека равной 70 см, а длину ступни – равной 25 см, то линейная плотность, при которой возможно движение с указанной длиной шага, будет:

$$D_L = 0,7 + 0,25 = 0,95 \text{ (м/чел)}. \quad (14)$$

При анализе эвакуационных процессов важным параметром является длина шага человека в условиях массового движения. Практические наблюдения показывают, что даже при значительной плотности потока, составляющей 0,8 м/чел, средняя длина шага сохраняется на уровне 0,7 м. Это явление обусловлено спецификой передвижения в толпе, когда люди адаптируют свои движения, просовывая ноги между впереди идущими.

Исследования показали, что скорость перемещения людей существенно зависит от направления движения и типа эвакуационного пути. На горизонтальных участках минимальная скорость движения при максимальной плотности потока составляет 15-17 м/мин. Нормативными документами установлена расчетная скорость 16 м/мин для помещений с массовым пребыванием людей.

При движении по лестницам показатели скорости заметно различаются: спуск осуществляется со скоростью 10 м/мин, а подъем — 8 м/мин. Эти значения учитываются при проектировании эвакуационных путей для обеспечения безопасной эвакуации.

Для определения плотности людского потока при эвакуации из рабочего помещения используется специальная методика расчета. При этом параметр δ_i , характеризующий плотность потока, принимается равным половине ширины помещения, что позволяет корректно оценить возможности эвакуации в случае чрезвычайной ситуации.

Время прохождения дверного проёма приближённо можно рассчитать по формуле:

$$t_{\delta.n.} = N / (\delta_{\delta.n.} \times q_{\delta.n.}), \quad (15)$$

где $\delta_{\delta.n.}$ – ширина дверного проёма, м;

$q_{\delta.n.}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма.

Безопасность эвакуационных систем обеспечивается не только габаритами путей и выходов, но и их грамотным конструктивно-планировочным решением [2]. Все элементы эвакуационной системы должны функционировать как единый механизм, гарантирующий организованное и безопасное перемещение людей.

При проектировании эвакуационных путей учитываются следующие важнейшие параметры:

Прежде всего, критически важным является расстояние эвакуации. Оно измеряется от максимально удаленного места возможного пребывания человека до ближайшего эвакуационного выхода и не должно превышать установленные нормативами значения [5].

Не менее значимым параметром выступает пропускная способность эвакуационных путей. Общая ширина всех выходов и лестниц в проекте должна соответствовать или превышать нормативные требования, обеспечивая беспрепятственное движение людей.

Особое внимание уделяется количественному составу эвакуационных выходов [34]. Для обеспечения безопасности предусматривается минимум

два независимых эвакуационных маршрута, что исключает риск блокировки единственного пути отхода.

Наконец, габариты эвакуационных путей строго регламентируются: ширина выходов и лестниц должна находиться в пределах установленных норм, не допуская как сужения, так и чрезмерного расширения, что может негативно повлиять на эффективность эвакуации.

Такой комплексный подход к проектированию гарантирует надежную защиту людей при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Удельная пропускная способность эвакуационных выходов — это показатель, характеризующий количество людей, которые могут пройти через выход шириной 1 метр за одну минуту. Данный параметр зависит от нескольких ключевых факторов:

- Ширина эвакуационных выходов
- Плотность людских потоков
- Соотношение ширины потока людей к ширине выхода

Расчетная пропускная способность определяется экспериментальным путем как минимальное значение при заданной плотности потока. Нормативные документы устанавливают следующие показатели:

- для дверей шириной до 1,5 метров — 50 человек в минуту на метр ширины;
- для дверей шире 1,5 метров — 60 человек в минуту на метр ширины (при предельных плотностях потока).

При проектировании эвакуации особое внимание уделяется анализу маршрута движения людей из офисного помещения к ближайшему эвакуационному выходу, учитывая возможное слияние людских потоков на разных участках пути. Методика расчета времени эвакуации регламентируется ГОСТ 12.1.004-91.

Основной принцип расчета заключается в определении максимально длительного времени эвакуации, при этом учитывается постоянное слияние людских потоков на всем протяжении эвакуационного маршрута из

различных помещений. Такой подход позволяет обеспечить максимальную безопасность при массовом оттоке людей в случае чрезвычайной ситуации.

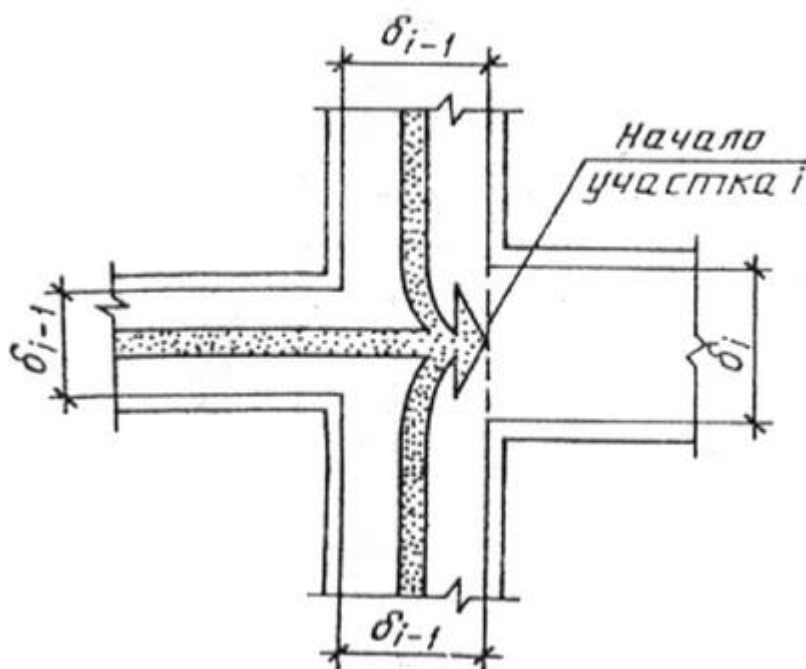


Рисунок 4 – Слияние людских потоков

Исходные данные для расчета эвакуации из офисного помещения 81 ПСЧ:

- количество людей в помещении – 30 чел.,
- длина участка – 30 м,
- ширина участка – 1,5 м.

Плотность людского потока (по таблице 2 ГОСТ 12.1.004-91) составляет:

$$D_i = \frac{N_i \times f}{l_i \times \delta_i} \quad (16)$$

где N_i – количество людей;

l_i – длина участка;

δ_i – ширина участка;

f – площадь горизонтальной проекции человека ($f = 0,1$ м – площадь горизонтальной проекции взрослого человека).

$$D_1 = (30 \times 0,1) / (30 \times 1,5) = 0,07 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

По рассчитанной плотности людского потока получаем значение интенсивности $q_1 = 18,5$ м/мин и скорости движения $V_1 = 23$ м/мин людского потока (таб. 13).

Таблица 13 – Значения интенсивности и скорости движения людей.

Плотность потока D, м ² /м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем
	Скорость v, м/мин	Интенсивность q м/мин	Интенсивность q м/мин
0,01	100	7	1
0,05	100	5	5
0,1	80	8	8,7
0,2	60	12	13,4
0,3	47	14,1	16,5
0,4	40	16	18,4
0,5	33	16,5	19,6
0,7	23	16,1	18,5
0,8	19	15,2	17,3
0,9 и более	15	13,5	8,5

Интенсивность движения через дверной проем в коридор вычисляется по формуле (17):

$$q_i = \frac{q_{dLi} \times \delta_i}{\delta_{dL}}, \text{ м/мин} \quad (17)$$

где δ_{dL1} – ширина проема, = 1,2 м.

$$q_1 = (18,5 \times 1,5) / 1,2 = 23,1 \text{ м/мин.}$$

Таким образом, интенсивность движения через проем в коридор будет равна 23,1 м/мин.

2.6 Расчет времени реакции персонала на пожар

Расчёт времени реакции персонала на пожар необходим для обеспечения безопасности в зданиях. Он помогает определить эффективность проектных решений по эвакуации, оценить безопасность существующих объектов и обосновать нормы и правила пожарной безопасности.

Время реакции персонала на пожар зависит от многих факторов, включая планировку здания, характеристики людей, поведение в чрезвычайных ситуациях, условия пожара и работу системы оповещения.

Приведём некоторые методы расчёта времени реакции персонала на пожар:

- Эмпирические методы. Основаны на анализе данных реальных эвакуаций и статистических исследований. Включают анализ исторических данных о предыдущих эвакуациях, чтобы определить средние значения и вариации времени эвакуации.
- Математическое моделирование. Используют детерминированные, статистические или стохастические модели для учёта вариаций в поведении людей и различных условиях.
- Компьютерное моделирование. Позволяет визуализировать и симулировать эвакуационные процессы с помощью программного обеспечения.

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) предназначена для следующих ситуаций:

- для оповещения людей о пожаре и других чрезвычайных ситуациях в здании;
- для руководства эвакуацией людей с целью предотвращения паники и заторов на путях эвакуации.

В случае отключения электроэнергии в зданиях на табличках оповещения направления движения путей эвакуации устанавливаются специальные фосфорные элементы, которые подсвечиваются в темное время.

Световые указатели с надписью «Выход» устанавливаются в следующих местах в здании:

- у выходов из помещений обеденного зала, конференц-зала в здании;
- у выходов из коридоров; вдоль коридоров на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также в местах поворотов коридоров.

Звуковое оповещение устанавливается в местах скопления людей, постоянного их пребывания (на рабочем месте) и на путях эвакуации.

Так как помещение 81 ОПС не оборудовано системой оповещения людей, то время реакции персонала на пожар будет равняться времени эвакуации людей из здания, или 16 минутам.

2.7 Расчет эффективности обучения сотрудников мерам пожарной безопасности

Расчет эффективности обучения сотрудников мерам пожарной безопасности – это процесс определения, насколько успешно проведенное обучение повлияло на их знания и навыки в области пожарной безопасности. Это можно сделать, оценив знания сотрудников до и после обучения, а также проанализировав количество пожаров и их причины после обучения.

Основные этапы расчета эффективности обучения:

- оценка знаний до обучения: перед началом обучения проводится тестирование или опросы, чтобы определить начальный уровень знаний сотрудников;
- обучение: проводится противопожарный инструктаж или пожарно-технический минимум;
- оценка знаний после обучения: после завершения обучения вновь проводится тестирование или опросы для оценки приобретенных знаний;
- анализ данных: сравниваются результаты до и после обучения; разница между ними покажет эффективность обучения;

- анализ пожаров и их причин: после обучения необходимо анализировать количество и причины пожаров, произошедших на предприятии;
- итоговый расчет эффективности: эффективность обучения можно рассчитать, например, как процентное изменение в количестве правильных ответов на тестовые вопросы.

Методы оценки эффективности обучения:

- тестирование: можно использовать письменные тесты, опросники или онлайн-опросы для оценки знаний;
- анализ пожаров: анализируются причины пожаров, произошедших после обучения, и сравниваются с причинами пожаров, произошедших до обучения;
- наблюдение за поведением: наблюдение за поведением сотрудников при выполнении противопожарных мер;
- системный подход: обучение должно быть частью комплексной системы пожарной безопасности на предприятии;
- регулярное обновление: необходимо регулярно обновлять знания и навыки сотрудников в области пожарной безопасности;
- привлечение заинтересованных сторон: в обучении могут участвовать различные заинтересованные стороны, например, представители профсоюзов.

Итак, во втором разделе произведён анализ существующих методов разработки профилактических мероприятий на примере 81 ПСЧ. Выполнены оценки и расчёты:

- вероятности возникновения пожара в здании;
- времени эвакуации людей из здания;
- требуемого количества средств пожаротушения;
- эффективности систем пожарной сигнализации;
- зон опасности в здании при пожаре;
- пропускной способности эвакуационных выходов;
- времени реакции персонала на пожар;

- эффективности обучения сотрудников мерам пожарной безопасности.

Существующие в 81 ОПС методы профилактики пожаров требуют доработки, особенно в плане технических мероприятий. Рекомендуется внедрить установку системы автоматической сигнализации, которая поможет обеспечить быстрое обнаружение возгорания и безопасный вывод людей из здания, а также внедрить систему аэрозольного пожаротушения, которая позволит быстро локализовать пожар.

Комплексный подход к обеспечению пожарной безопасности должен включать не только технические решения, но и организационные меры. Необходимо регулярно проводить инструктажи с персоналом, обновлять планы эвакуации и отрабатывать действия при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Важным элементом профилактики является поддержание в исправном состоянии всего противопожарного оборудования и систем. Требуется организовать систематический контроль за их работоспособностью и своевременным техническим обслуживанием.

3 Разработка методов профилактических мероприятий по предупреждению гибели и травмирования людей при пожаре (на примере организации)

3.1 Классификация методов разработки профилактических мероприятий

Методы разработки профилактических противопожарных мероприятий могут быть организационными, техническими, а также комбинированными.

Организационные методы. Данные методы обладают большим превентивным потенциалом, потому как обучение правильному поведению людей при пожаре является эффективным методом борьбы с пожаром, а также соблюдению безопасности и предотвращению пожаров вовсе. К превентивным первичным методам можно отнести проведение специфических мероприятий, семинаров, тренингов, распространение буклетов, брошюр, в которых будут изложены основы действий при возникновении пожара, правильная эксплуатация противопожарных средств. Акцент при распространении подобной информации делается на группы риска- детей и пожилых людей.

От теоретических положений противоправного поведения необходимо также переходить к непосредственным тренировкам действий, имеющих противопожарную направленность. Периодические тренировки, моделирование ситуационных моментов пожара позволяют скоординировать действия в момент настоящего пожара, а также выявить недочеты в действиях для их соответствующего устранения.

Также обязательно назначение ответственного за пожарную безопасность, который отвечает за соблюдение требований безопасности на объекте.

Необходимо разрабатывать локальные нормативные акты. Например, инструкции по пожарной безопасности для разных помещений.

Размещение планов эвакуации. Они нужны для всех зданий и помещений, где одновременно может находиться 50 или больше человек. Их размещают на видных местах, чтобы в случае пожара люди могли быстро сориентироваться.

Технические методы. Эти методы подразумевают установку автоматических систем оповещения в случае задымления здания или же срабатывания теплового датчика, что позволяет быстрее обнаружить возгорание и ликвидировать его.

Проверка и обслуживание систем безопасности. Своевременная периодическая проверка всех систем противопожарной безопасности является эффективным методом предупреждения возгораний и пожаров, потому как исправные системы быстрее оповещают о задымлении и возгорании, что позволяет оперативно реагировать и ликвидировать возгорание.

Огражденное место для хранения легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ в зданиях также является эффективной мерой предупреждения распространения пожаров в случае их наступления.

Альтернативные комбинированные методы. Под ними подразумевается проектирование зданий из пожаростойких материалов, или применение устойчивых к высоким температурам материалов, не поддающихся воспламенению, например, огнеупорных дверей, стен, огнеупорных штор и перегородок. Их используют в больших помещениях для разделения пространства на отсеки и локализации очагов пламени.

Разработка плана противопожарных мероприятий с учетом особенности здания. Такой подход является эффективным, потому как предполагает расчёт эффективных мер, направленных на пожаротушение и эвакуацию людей из здания, и просчитывает нюансы до наступления неблагоприятных событий.

Контроль хода выполнения противопожарных мероприятий. Является эффективным инструментом, гарантирующим соблюдение необходимых требований и параметров для обеспечения безопасного эксплуатирования зданием. Контроль может быть как внешним, так и внутренним и

осуществляться как государственными пожарными органами надзора, так и внутренней системой безопасности качества в организации.

В 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области существует несколько классификаций методов разработки профилактических противопожарных мероприятий.

Обеспечение пожарной безопасности реализуется через комплекс взаимосвязанных мероприятий, которые можно разделить на две основные группы:

Производственная безопасность охватывает все аспекты технологического процесса. Она направлена на защиту во время эксплуатации и хранения оборудования. В рамках этой группы осуществляется:

- подбор безопасного технологического оснащения;
- разработка регламентов пожарной безопасности;
- установление правил совместного хранения различных материалов и веществ.

Строительно-техническая безопасность фокусируется на физической защите объекта. Её задачи включают:

- предотвращение возникновения возгораний;
- обеспечение огнестойкости конструкций;
- ограничение распространения огня и возможных взрывов;
- создание условий для безопасной эвакуации.

В рамках строительно-технических мер особое внимание уделяется:

- выбору огнестойких строительных материалов;
- проектированию систем отопления и вентиляции;
- определению оптимальной этажности с учетом пожарной безопасности;
- установке эффективных противопожарных барьеров.

Такой комплексный подход позволяет создать надежную систему защиты от пожаров, учитывающую как особенности производственного процесса, так и конструктивные характеристики здания [41].

Мероприятия, которые направлены на быстрое устранение огня.

Эти мероприятия проводятся не только во время тушения огня, но и в спокойное время, то есть имеют предостерегающий характер и направлены на удобное расположение устройств пожаротушения, оповещения людей, размещение гидрантов и пр.

- размещение оповестителей с указанием экстренных телефонов для вызова службы пожаротушения;
- периодические собрания, цель которых направлена на закрепление знаний людей о действиях в случае начала пожара;
- при периодических проверках здания и выявления несоответствий проводится их ликвидация и оперативный контроль последующих недопущений нарушений.

3.2 Оценка эффективности существующих методов

Выбор наиболее эффективных профилактических мероприятий зависит от конкретных условий работы организации. Для оценки эффективности существующих методов противопожарных мероприятий в организации используют разные подходы.

- Статистический анализ. Сравнивают данные о числе пожаров, их причинах и последствиях за различные периоды времени. Так, в 2023 году количество пожаров в России сократилось на 15% по сравнению с 2018 годом, число пострадавших уменьшилось на 20%, а экономический ущерб от пожаров снизился на 25%.
- Анкетирование и опросы. Изучают мнения населения и сотрудников организаций о качестве проводимых мероприятий и уровне их подготовки к действиям в случае пожара.

- Анализ практических учений. Оценивают результаты тренировочных эвакуаций и других практических мероприятий.
- Техничко-экономическое обоснование. Своевременное отслеживание эффективных приборов пожаротушения и размещение их в рабочих зонах здания.

Также для оценки эффективности противопожарных мероприятий используют интегральный экономический эффект. Он учитывает материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия.

3.3 Определение требований к новым методам

К новым методам обеспечения пожарной безопасности предъявляются определённые требования.

- Изучение инженерно-технических характеристик объекта. Данное исследование здания направлено на формирование противопожарного паспорта объекта, где указывается количество пожаро- и взрывоопасных объектов, которые содержатся на территории здания, указывается пожароопасность материалов, которыми обшита внутренняя отделка и иные потенциально опасные к пожару нюансы здания.
- Оценка пожарного риска. На основе полученных данных о наличии или отсутствии горючих материалов отделки или хранения, составляется предположительный анализ допустимого коэффициента пожароопасности здания. Если после проведенного исследования коэффициент высок, то предпринимаются дополнительные меры по снижению пожароопасности.
- Применение малогорючих материалов при отделке коридоров, особенно установка огнестойких дверей для безопасного отхода людей к местам эвакуации.

- Оборудование подъездных путей к зданию возможностью легкого доступа при подъезде пожарных машин и машин скорой помощи.
- Разработка и установка современных систем пожаротушения и пожарно-охранной сигнализации.

Также следует отметить, что с 1 января 2025 года вступил в силу приказ МЧС России от 26.06.2024 г. №533 [25], который утверждает новую методику определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах.

Кроме того, требования к противопожарным мероприятиям регулируются, в частности, Федеральным законом от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [32].

3.4 Разработка новых методов

Развитие науки и техники открывает новые направления разработки методов противопожарных мероприятий. Отметим важнейшие из них.

- Автономные пожарные дроны. Оснащённые тепловизорами и системами тушения, они могут быстро достигать очагов возгорания и сбрасывать огнетушащие вещества. Дроны предоставляют данные для координации спасательных операций.
- Роботы-пожарные. Высокотехнологичные устройства, способные работать в условиях экстремальных температур и задымления. Используются для тушения пожаров в опасных зонах, где присутствие человека невозможно.
- Огнестойкие материалы нового поколения. Инновационные строительные материалы, которые не горят и не выделяют токсичных веществ при нагревании. Используются для защиты конструкций и инфраструктуры, значительно снижая риски распространения огня [43].

- Системы автоматического пожаротушения в умных зданиях. Активируются при обнаружении возгорания. Используют воду, пену или газ для быстрого подавления огня.
- Умные пожарные извещатели с голосовым оповещением. Устройства, которые не только подают звуковой сигнал, но и предоставляют голосовые инструкции по эвакуации. Могут быть интегрированы с системами умного дома для автоматического отключения электроприборов.
- Тепловизоры для пожарных. Позволяют видеть сквозь дым и находить очаги возгорания или людей, нуждающихся в спасении.
- Системы мониторинга лесных пожаров на основе спутников. Позволяют в реальном времени отслеживать изменения температуры и задымления в лесах [26]. Помогают предсказывать и предотвращать крупные пожары, что особенно важно в условиях изменения климата.
- Огнетушители с умным управлением. Устройства, оснащённые датчиками и подключённые к IoT (Интернету вещей). Могут автоматически активироваться при обнаружении возгорания и отправлять сигналы тревоги.
- Виртуальная реальность (VR) для тренировок пожарных. VR-симуляторы позволяют пожарным отрабатывать действия в различных сценариях, таких как пожары в зданиях, лесах или на промышленных объектах. Это повышает их готовность к реальным ситуациям и снижает риски во время операций.

Из-за недостаточного финансирования в настоящее время в 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области пока не планируется внедрение новейших технических средств и методов противопожарных профилактических мероприятий.

3.5 Апробация новых методов

В 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области проводилось исследование, в котором рассматривалась апробация методологии и технических средств повышения противопожарной защиты организации.

В рамках работы было запланировано:

- рассмотреть характеристики объекта по пожарной безопасности, функционал здания, пожарную нагрузку и действующие системы защиты;
- изучить документацию по пожарной безопасности (приказы руководства, инструкции, план действия при пожаре, документы по обучению персонала и другие);
- оценить, соответствует ли объект действующим техническим нормативам и определить пожарные риски в организации;
- разработать систему мер улучшения защиты объекта от пожаров.

Для исследования использовались такие методы, как оценка и сравнение новых систем пожаротушения, и анализ применения современных технологий для тушения пожаров.

Также в одном из исследований рассматривалось применение средств пожаротушения на основе базальтовой сетки на примере закрытой стоянки пожарных машин, расположенной в здании организации. В рамках работы было проведено моделирование развития пожара с применением элементов системы противопожарной защиты.

Все указанные работы по повышению противопожарной защиты организации были успешно выполнены.

В будущем ожидается, что новые технологии будут играть всё более важную роль в пожарной безопасности, делая жизнь и работу людей более безопасными и устойчивыми.

3.6 Совершенствование новых методов

Перечислим основные направления совершенствования методов противопожарных мероприятий.

- Использование искусственного интеллекта (ИИ) для обнаружения и предотвращения пожаров. Системы на основе ИИ анализируют данные из различных источников, таких как видеокамеры и датчики, и автоматически определяют признаки возгорания.
- Развитие беспроводных технологий. Беспроводные системы пожарной безопасности позволяют создать более гибкую и эффективную инфраструктуру, не требующую проводной связи.
- Развитие «умных» домов и городов. Умные системы пожарной безопасности могут интегрироваться с другими устройствами и системами, что упрощает управление и повышает эффективность реагирования на пожар.
- Использование дронов для обнаружения и борьбы с пожарами. Дроны могут быстро облететь здание или территорию и обнаружить возгорания, а также передавать информацию на пульт управления или на место происшествия.
- Разработка экологически чистых систем тушения пожаров. Новые технологии позволяют использовать более безопасные и эффективные вещества для тушения пожаров, что помогает минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.
- Развитие профессиональной подготовки специалистов в области пожарной безопасности. Специалисты проходят курсы по организации пожарно-технического минимума, освоению новых систем пожарной безопасности и средств пожаротушения, а также особенностям пожароопасных объектов.

3.7 Рекомендации по дальнейшему совершенствованию методов

Для дальнейшего повышения пожарной безопасности в 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области предлагаем некоторые рекомендации по совершенствованию методов противопожарных мероприятий. Перечислим основные из них.

- Очистить проходы к эвакуационному выходу. Необходимо обеспечить беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы.
- Обновить комплект ручных средств пожаротушения. Можно рассмотреть использование аэрозольных систем, которые снижают объём тепла, выделяемого при горении, и локализуют пожар.
- Проводить регулярное обучение сотрудников. Работники должны знать правила пожарной безопасности и уметь применять их на практике.
- Периодическое проведение тренировочных эвакуаций при пожаре, тренировочные тушения возгораний, обучение персонала пользованию средствами пожаротушения.
- Приведение здания в соответствие с нормативными требованиями пожарной безопасности. Установить указатели направления движения при эвакуации, оповещение световыми табличками направлений эвакуации, обеспечении беспрепятственного прохода по путям эвакуации.
- Достаточное финансирование.
- Проводить регулярное обучение и повышение квалификации сотрудников. Это поможет обеспечить высокую профессиональную подготовку и способность быстро и грамотно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- Разработать отдельную структурированную концепцию профилактики. Нужно создать чёткую систему профилактики пожаров в системе

обеспечения пожарной безопасности в целом, а не только в надзорной деятельности.

- Внедрить модернизированные формы и методы надзора. Например, модернизация проверок должна быть направлена на повышение их результативности и снижение риска возникновения пожаров.

3.8 Внедрение в 81 ПСЧ эффективной разработки

Кроме всех вышеперечисленных рекомендаций по совершенствованию пожарной безопасности в организации, предпочтительнее всего будет внедрение в 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области наиболее значимого решения – применение способа аэрозольного пожаротушения.

Аэрозольное пожаротушение – это способ тушения возгорания с применением веществ, которые образует аэрозольная смесь. Особенность применения аэрозольного метода пожаротушения состоит в большом потенциале пожаротушения и его локализации с последующей минимизацией к центру возгорания. Данные системы эффективно препятствуют распространению огня, сокращают его распространение, действуя на первоисточник возникновения пожара.

Аэрозольное пожаротушение представляет собой уникальный механизм борьбы с огнём, основанный на фундаментальных законах химии и физики. Важно отметить, что независимо от производителя и конкретной модели системы, принцип их работы остаётся неизменным.

В основе аэрозольного метода тушения пожара лежит специальная аэрозольная смесь, содержащая тщательно подобранные химические компоненты. При активации системы происходит процесс горения этих веществ, в результате которого образуется особый поток, который представляет собой сочетание нагретых газов и мельчайших твёрдых частиц.

Механизм аэрозольного тушения можно сравнить с природным явлением, где каждый элемент исполняет свою роль. Образующаяся горячая струя обладает гасящими свойствами, способными эффективно бороться с пламенем. Ключевым моментом является способность аэрозоли прерывать цепные реакции, происходящие в самом эпицентре возгорания.

Аэрозольная смесь создаёт защитный барьер, препятствующий доступу кислорода к очагу возгорания. Этот процесс происходит настолько эффективно, что возгорание останавливается в самые кратчайшие сроки.



Рисунок 5 – Генератор огнетушащего аэрозоля

Принципы действия аэрозольных систем. Внутри каждого генератора скрыт особый состав — смесь, способная гореть даже в безвоздушном пространстве. При активации системы компоненты вступают в самоподдерживающуюся реакцию, рождая облако мельчайших частиц. Эти частицы, напоминающие пыль, представляют собой соли щелочных металлов — калия, натрия, цезия. Их размеры настолько малы, что они образуют взвесь, способную часами парить в воздухе, создавая невидимый защитный экран от огня.



Рисунок 6 – Генератор огнетушащего аэрозоля АГС-11/5 (автономный)

Когда аэрозольное облако встречается с пламенем, частицы металлов действуют как микроскопические ловушки. Они перехватывают активные радикалы — огненные искры, которые поддерживают цепную реакцию горения, ввиду чего пламя теряет способность распространяться. При этом система работает точно — уровень кислорода в помещении остаётся практически неизменным, что становится ключевым преимуществом перед газовыми аналогами, вытесняющими воздух.

Генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) могут активироваться тремя путями, создавая многоуровневую защиту:

- человеком — ручной запуск для экстренных случаев;
- автоматические датчики — автоматическое срабатывание от датчиков;
- гибридный интеллект — комбинация обоих методов.

При автоматическом режиме система разворачивает следующая система слаженных действий [18]:

- датчики-«рецепторы» улавливают тепло или дым;
- сирена и стробоскопы включают «визуальную сирену».

Люди получают 20-40 секунд на эвакуацию (критичный временной буфер). Нейронная сеть сигнализации передаёт импульс на пусковой узел.

Пусковой блок выполняет роль переводчика, преобразуя 24-вольтовый сигнал в термический импульс мощностью до 500 Дж. Этот процесс можно сравнить с зажиганием спички.



Рисунок 7 – Срабатывание генератора огнетушащего аэрозоля АГС-11/5

Классификация генераторов по тепловому воздействию – это не техническая формальность, а стратегия адаптации (таб. 14).

Таблица 14 – Классификация генераторов по тепловому воздействию

Категория	Сфера применения	Особенности воздействия
>500°C (Горячие)	Промзоны, открытые площадки	Формируют тепловой купол
130-500°C	Склады, ангары	Баланс между эффективностью и безопасностью
<130°C (Холодные)	Серверные, архивы	Щадящий режим для чувствительной техники

Эти системы бросают вызов традиционному представлению о борьбе с огнём. Вместо грубого подавления они предлагают точечное вмешательство:

- в музеях сохраняют артефакты от водяных повреждений;
- на нефтеперерабатывающих заводах предотвращают цепные взрывы;

- в серверных - защищают данные без риска короткого замыкания.



Рисунок 8 – Срабатывание аэрозольной противопожарной системы

Аэрозольные системы пожаротушения бросают вызов традиционной экономике безопасности. Их монтаж напоминает установку умного датчика, а не сложной инженерной системы — никаких трубопроводов, резервуаров или насосных станций. Это антипод газовых установок, чья стоимость сравнима с бюджетом небольшого завода. При эффективности, превосходящей порошковые системы в 3 раза, они требуют в 50 раз меньше инвестиций, чем газовые аналоги.

Аэрозольные системы переосмысливают саму концепцию обслуживания. В отличие от пенных систем, требующих ежеквартальных проверок, или газовых баллонов с ограниченным сроком годности, генераторы аэрозоля способны прослужить до пяти лет в состоянии непрерывной готовности при минимуме затрат с внешней стороны и обслуживания. Даже после активации корпус устройства допускает до 10 циклов перезарядки.

После тушения возгорания не нужно вызывать специальные бригады для утилизации реагентов – пылесос и тряпка возвращают помещение в исходное состояние. Это контрастирует с пенными системами, превращающими пространство в болото, или газовыми установками, требующими полной эвакуации воздуха.

Появление «холодных» аэрозолей стало квантовым скачком в эволюции пожаротушения. Если ранние модели напоминали миниатюрные вулканы, выбрасывающие раскалённые частицы, то современные генераторы работают с хирургической точностью. Их температурный профиль (не более 120°C на полуметровой дистанции) позволяет защищать серверные станции, не нарушая работу жестких дисков, или музеев, не повреждая холсты старых мастеров.

Уникальность этих систем проявляется в способности работать там, где другие методы бессильны. Они стали спасением для:

- архивов с ветхими документами, где вода уничтожила бы историю;
- лабораторий с реактивами, бурно реагирующими на пену;
- высотных антенн, куда невозможно провести трубопроводы.

Одновременно с вышеописанными преимуществами, при эксплуатации аэрозольных систем пожаротушения необходимо придерживаться правильных правил эксплуатации. Данные системы, способные за секунды подавить пламя, одновременно несут риски, игнорирование которых может превратить средство защиты в угрозу для жизни.

Главное правило использования аэрозольных установок — полная эвакуация людей до их активации. Принцип работы аэрозольных приборов пожаротушения основывается на термохимической реакции, вызывает резкий выброс энергии. В момент распыления смеси температура в помещении стремительно растёт, создавая эффект тепловой завесы. Воздух наполняется микрочастицами, снижающими видимость до критического уровня, что делает невозможным ориентирование в пространстве.

Также эффективность тушения аэрозолем напрямую зависит от степени изоляции пространства. Малейшая щель превращается в лазейку для кислорода, сводя на нет усилия системы аэрозоля. Герметичность — это не только техническое требование. Она становится ловушкой для продуктов горения аэрозольной смеси. Несмотря на то, что производители заявляют о

низкой токсичности состава, в замкнутом объёме даже минимальные дозы химических соединений могут вызвать отравление как для человека, так и для животных. Особую опасность это представляет для помещений, где одновременно находятся более 50 человек — эвакуация такой группы в условиях ограниченной видимости превращается в невыполнимую задачу.

Установки, генерирующие аэрозоль с температурой выше 400°C, требуют особой осторожности. Такая тепловая нагрузка способна деформировать конструкции, нарушая целостность здания. Перед монтажом системы инженеры обязаны провести тщательный анализ, например:

- определить категорию огнестойкости материалов;
- проверить устойчивость коммуникаций к термическому шоку;
- смоделировать распределение тепловых потоков;
- определить материалы-«невидимки» для аэрозоля.

Эффективность метода резко падает при тушении веществ, бросающих вызов законам горения. Полимеры, пирофорные соединения, материалы с памятью формы — они продолжают тлеть даже в бескислородной среде, сводя на нет преимущества аэрозольного подавления пламени. Химические вещества с экзотермическими свойствами могут вступить в непредсказуемую реакцию с компонентами смеси, порождая новые очаги возгорания.

Аэрозольное пожаротушение — это не универсальное решение, а сложный инструмент, требующий профессионального подхода. Его внедрение должно сопровождаться многоуровневой экспертизой: от расчёта тепловой нагрузки до анализа поведения материалов в экстремальных условиях. Только так можно превратить потенциальную угрозу системы в гарант безопасности, где наука и предосторожность идут рука об руку.

Преимущества невидимой защиты аэрозоля:

- точечное воздействие — аэрозоль не затопляет пространство, а окружает очаг возгорания, словно умная паутина;
- долговременный эффект — частицы сохраняют активность часами, предотвращая повторное воспламенение;

- безопасность для среды — в отличие от некоторых химических агентов, аэрозоль не оставляет токсичных следов;
- энергонезависимость — система срабатывает даже при отключении электричества, полагаясь на внутренние ресурсы.

Таким образом, ГОА представляют собой пример того, как глубокое понимание природных процессов позволяет создавать технологии, работающие в гармонии с физическими законами. Они не борются с огнём грубой силой, а перехватывают его на молекулярном уровне, превращая бушующее пламя в безобидный процесс. В этом — суть современного подхода к безопасности: не подавление стихии, а управление её фундаментальными свойствами. Как когда-то человек приручил огонь, так сегодня он учится управлять самой природой горения.

Инновационные технологии в области пожаротушения, представленные аэрозольными системами, открывают новые горизонты в обеспечении пожарной безопасности. Их внедрение позволяет не только защитить здания и сооружения от разрушительной силы огня, но и существенно оптимизировать расходы на противопожарную защиту.

Экономическая выгода от применения аэрозольных систем проявляется в нескольких ключевых аспектах:

- снижение материальных потерь от возможного ущерба;
- оптимизация затрат на обслуживание системы;
- минимизация расходов на расходные материалы;
- увеличение срока службы оборудования;
- сокращение затрат на энергопотребление.

Исходя из сравнительного анализа следует, что традиционные системы пожаротушения, несмотря на свою проверенность временем, уступают аэрозольным аналогам в экономической эффективности. Это обусловлено не только более низкими эксплуатационными расходами, но и повышенной эффективностью тушения.

Долгосрочная перспектива применения аэрозольных систем открывает дополнительные возможности для оптимизации расходов. Инвестиции в современное противопожарное оборудование окупаются за счет:

- снижения страховых взносов;
- минимизации простоев производства;
- сохранения материальных ценностей;
- повышения привлекательности объекта для инвесторов.

Анализ статистических данных показал, что внедрение современных систем аэрозольного пожаротушения позволяет снизить потенциальные убытки на 15–20% по сравнению с использованием традиционных систем. Более детальный анализ экономической эффективности аэрозольных систем пожаротушения будет представлен в последующих материалах, где мы рассмотрим конкретные показатели и расчёты, подтверждающие их превосходство над традиционными методами противопожарной защиты (раздел 7).

Таким образом, аэрозольные системы пожаротушения демонстрируют пример того, как глубокое понимание химических процессов может быть применено на практике для решения жизненно важных задач пожаротушения. Их универсальность и эффективность делают их незаменимым инструментом в борьбе с огнём в различных сферах человеческой деятельности.

Итак, в 3 разделе описана классификация методов разработки профилактических мероприятий; дана оценка эффективности существующих методов; определены требования к новым методам. Представлена информация о разработке и об апробации новых методов. Приведены примеры по совершенствованию новых методов. Кроме того, даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию методов. Также предлагается внедрение в 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области наиболее значимого решения – применение способа аэрозольного пожаротушения.

4 Охрана труда

Вопросы охраны труда в подразделениях пожарной охраны регулируются приказом Минтруда России от 11.12.2020 №881н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны». Этот документ устанавливает государственные нормативные требования охраны труда при выполнении служебных обязанностей личным составом Государственной противопожарной службы, муниципальной пожарной охраны и других подразделений.

Приведём некоторые положения приказа №881н.

- Обеспечение средствами защиты. Работники должны иметь индивидуальные и коллективные защитные средства, которые минимизируют воздействие опасных факторов.
- Эксплуатация пожарной техники. Техника должна иметь инвентарный номер, сертификат соответствия и сертификат пожарной безопасности, регулярно проходить испытания на работоспособность.
- Осмотр техники. При заступлении на дежурство ответственный специалист обязан провести осмотр техники.
- Проверка готовности подразделения. Перед началом дежурства начальник смены должен провести комплексную проверку готовности личного состава, техники, помещений и средств связи, а также инструктаж работников о требованиях охраны труда с учётом текущей обстановки.

Перечислим основные термины и определения, необходимые для рассмотрения вопросов охраны труда на объектах пожарной охраны.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на личный состав может привести к заболеванию;

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на личный состав может привести к травме;

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на личный состав вредных или опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленные нормативы [51];

Средство индивидуальной и коллективной защиты – технические средства, предназначенные для предотвращения или уменьшения воздействия на личный состав вредных или опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения;

Сертификат соответствия работ по охране труда (сертификат безопасности) – документ, удостоверяющий соответствие проводимых работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда;

Сертификат пожарной безопасности – документ, выданный в соответствии с правилами системы сертификации в области пожарной безопасности, для подтверждения соответствия сертифицируемой продукции установленным требованиям пожарной безопасности.

Организация работы по обеспечению соблюдения законодательства Российской Федерации об охране труда в подразделениях ГПС осуществляется в соответствии с государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, а также нормативных правовых актах МЧС России.

На основе приказа №881н разрабатываются инструкции по охране труда. Они утверждаются локальным нормативным актом работодателя с учётом мнения профсоюзного органа (при наличии).

Личный состав подразделений ГПС допускается к несению караульной службы в подразделениях ГПС и работе на пожаре в установленном порядке после прохождения обучения в объёме специального первоначального обучения, сдачи зачетов (экзаменов) по пройденным дисциплинам и настоящим Правилам. Для объектовых подразделений ГПС – дополнительно по знанию требований инструкций, правил и норм в области охраны труда и

соблюдения технологического регламента, действующих на предприятии или объекте.

Обучение в области охраны труда включает программы профессионального обучения и сдачу зачётов (экзаменов) по пройденным дисциплинам и правилам. Для подразделений пожарной охраны по охране объектов дополнительно проводится обучение знанию требований инструкций, правил и норм в области охраны труда, действующих на предприятии или объекте.

В системе ГПС предусматриваются следующие виды инструктажей:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный; внеплановый;
- целевой.

Вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит специалист по охране труда или иное должностное лицо подразделения ГПС, на которое приказом его руководителя возложены обязанности по проведению инструктажа.

Вводный инструктаж проводят по программе, разработанной территориальным органом управления ГПС МЧС России субъекта Российской Федерации с учетом требований стандартов, правил, норм и настоящих Правил, а также особенностей несения службы, утвержденной начальником территориального органа управления ГПС, образовательного, научно-исследовательского учреждения. Продолжительность инструктажа устанавливается в соответствии с утвержденной программой.

Вводный инструктаж по охране труда проводится со всем личным составом подразделений ГПС, принятым на службу (работу), независимо от их образования, стажа работы по профессии, прикомандированными, курсантами и слушателями образовательных учреждений и учебных подразделений, прибывшими на стажировку, а также с личным составом пожарно-технических образовательных и научно-исследовательских учреждений МЧС

России перед началом лабораторных и практических работ в учебных лабораториях, мастерских, полигонах, с отметкой в Журнале учета проведенных инструктажей по охране труда с личным составом.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по программе, разработанной территориальным органом управления ГПС, со всем личным составом подразделений ГПС индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Первичный инструктаж возможен с группой лиц, одновременно принятых в одно подразделение ГПС и имеющих сходные функциональные обязанности.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится также:

- с личным составом, впервые и вновь принятым на службу (работу);
- со всем личным составом, переводимым из одного подразделения ГПС в другое;
- с личным составом, выполняющим новую для них работу, командированными, временными сотрудниками (работниками);
- с курсантами и слушателями, прибывшими на стажировку, перед выполнением новых видов работ, а также перед началом лабораторных и практических работ в учебных лабораториях, мастерских, полигонах и т. д.

Перечень должностей (работников), освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, согласованный со службой охраны труда (специалистом по охране труда), утверждается начальником подразделения ГПС.

Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом пожарной техники, пожарно-технического вооружения и оборудования, хранением горюче-смазочных материалов, огнетушащих веществ, первичный инструктаж на рабочем месте не проходят.

Повторный инструктаж с руководителями, средним и старшим начальствующим составом органов управления и подразделений ГПС,

образовательных и научно-исследовательских организаций проводится не реже одного раза в полугодие.

Диспетчеры (радиотелефонисты) проходят повторный инструктаж в соответствии с требованиями Наставления по службе связи со сдачей экзаменов на знание настоящих Правил.

Контроль и оценка подготовки личного состава подразделений ГПС устанавливается в порядке, определенном программой подготовки личного состава подразделений ГПС, с отметкой результатов в Журнале инструктажей.

Внеплановый инструктаж проводится с личным составом подразделений ГПС:

- при введении новых стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- при замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента;
- при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 дней;
- при нарушении личным составом требований безопасности труда, которые могут привести или привели к гибели людей, травмам, аварии, взрыву, пожару, отравлению;
- по требованию органов надзора.

Запись о проведении внепланового инструктажа заносится в Журнал инструктажей.

Руководство работой по охране труда и ответственность за состояние охраны труда возлагаются:

- в органах управления ГПС – на руководителей органов;
- в образовательных и научно-исследовательских учреждениях – на начальников учреждений;
- в подразделениях ГПС – на начальников подразделений;
- в караулах – на начальников караулов;

- при работе на пожаре – на должностных лиц на пожаре, обеспечивающих выполнение работ на порученном участке;
- при проведении занятий, учений, соревнований – на руководителей занятий, учений, соревнований.

Начальники подразделений ГПС несут персональную ответственность за правильное и своевременное расследование в установленном порядке несчастных случаев, произошедших с личным составом подразделений ГПС, представление информации о них, учет несчастных случаев, а также за несвоевременное или некачественное выполнение мероприятий по устранению причин, приведших к несчастному случаю.

При выявлении нарушений требований охраны труда в подразделениях пожарной охраны личный состав обязан уведомить руководителя тушения пожара. При этом участник тушения возложит на себя полную ответственность за дальнейшие действия и (или) бездействие.

Кроме теоретических аспектов противопожарного инструктажа, необходимо также проводить качественную оценку помещения на соответствие нормам и стандартам противопожарной устойчивости [44].

Таблица 15 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	– практически исключено – зависит от следования инструкции – нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	1
2	Маловероятно	– сложно представить, однако может произойти – зависит от следования инструкции – нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2

Продолжение таблицы 15

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
3	Возможно	– иногда может произойти – зависит от обучения (квалификации) – одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая	3
4	Вероятно	– зависит от случая, высокая степень возможности реализации – часто слышим о подобных фактах – периодически наблюдаемое событие	4
5	Весьма вероятно	– обязательно произойдет – практически несомненно – регулярно наблюдаемое событие	5

Таблица 16 - Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	– групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); – несчастный случай на производстве со смертельным исходом; – авария; – пожар;	5
4	Крупная	– тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); – профессиональное заболевание. – инцидент	4
3	Значительная	– серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; – инцидент	3
2	Незначительная	– незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. – инцидент, – быстро потушенное загорание.	2

Продолжение таблицы 16

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
1	Приемлемая	– без травмы или заболевания; – незначительный, быстро устранимый ущерб	1

Кроме вышесказанного, проводится оценка профессиональных рисков. Такая методика проведения является рекомендованной, то есть работодателю необходимо самостоятельно определить и утвердить её.

Рабочие места выбираются таким образом, чтобы получить максимально достоверное представление об опасностях, существующих на данном рабочем месте.

Необходимо посчитать по формуле 18 количественную оценку риска.

$$R=A*U - \text{оценка риска} \quad (18)$$

Значимость оценки риска определяется следующим образом:
Оценка риска, R:

- 1 - 8 (низкий);
- 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий).

Как пример, приведём таблицы оценок рисков на рабочих местах в 81 ПСЧ ФПС (таблицы 17, 18), а также сводную таблицу оценки рисков на рабочих местах в 81 ПСЧ (таблица 19).

Таблица 17 – Реестр рисков пожарного, командира пожарной части

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов.	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.
Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва
Недостаток кислорода в воздухе рабочей зоны в замкнутых технологических емкостях, из-за вытеснения его другими газами или жидкостями	11.3	Развитие гипоксии или удушья из-за недостатка кислорода в подземных сооружениях
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
	12.2	Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	13.4	Тепловой удар при длительном нахождении вблизи открытого пламени
Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру
Воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов	21.1	Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов (сужение сосудов, болезнь белых пальцев)

Продолжение таблицы 17

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных, несертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов.	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
	7.4	Опрокидывание транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов
	7.5	Опрокидывание транспортного средства при проведении работ
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Воздействие на кожные покровы смазочных масел	9.2	Заболевания кожи (дерматиты)
Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.2	Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Воздействие общей вибрации (колебание всего тела, передающиеся с рабочего места)	21.2	Воздействие общей вибрации на тело работника

Таблица 18 – Реестр рисков дежурного по пожарно-спасательной части

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов.	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.

Продолжение таблицы 18

Опасность	ID	Опасное событие
Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	Психоэмоциональные перегрузки
Напряженный психологический климат в коллективе, стрессовые ситуации, в том числе вследствие выполнения работ вне места постоянного проживания и отсутствия иных внешних контактов	24.3	Психоэмоциональные перегрузки

Таблица 19 – Сводная таблица

Наименование структурного подразделения	Должность/ профессия	Идентификация опасности	Общая оценка риска	Мероприятия по воздействию на риск
81 ПСЧ	Водитель	Опасность травмирования в результате ДТП	Низкий риск	Проведение занятий по знанию ПДД
		Опасность поражения легких от вдыхания вредных паров или газов		Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания
	Пожарный, командир отделения	Опасность падения с высоты	Очень Высокий риск	Проведение инструктажей и применение страхующих устройств

Продолжение таблицы 19

Наименование структурного подразделения	Должность/ профессия	Идентификация опасности	Общая оценка риска	Мероприятия по воздействию на риск
		Опасность обрушения наземных конструкция и удара из-за падения случайных предметов		Проведение инструктажей и применение СИЗ головы
		Опасность химического ожога роговицы глаза из-за попадания опасных веществ в глаза		Проведение инструктажей и применение ДАСВ
		Опасность воздействия электрического тока	Очень высокий риск	Проведение инструктажей и применение СИЗ и индивидуальных СИЗ
		Опасность ожога от воздействия открытого пламени		Проведение инструктажей и применение сертифицированного БОП
	Дежурный по пожарной части	Опасность повышенного уровня и других неблагоприятных характеристик, шум	Низкий риск	Применение средств защиты органов слуха
		Опасность удара элементами оборудования, которые могут отлететь из-за плохого закрепления		Применение защитных кожухов на корпусе компрессора

В организации необходимо вести постоянную работу по отслеживанию уровней рисков, установленных по результатам внедрения защитных мер [16].

Контроль уровней профессиональных рисков включает, кроме анкетирования, также периодическую проверку рабочих мест на предмет:

- появления новых опасностей или возможности их появления;
- соблюдения установленных организационных мер и требований безопасности [45];

- соблюдения установленных режимов работы технологического оборудования;
- исправности и работоспособности систем аварийной сигнализации, средств эвакуации и спасения в аварийных ситуациях;
- фактического выполнения работниками требований безопасности, организационных и технологических требований.

В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» для каждого рабочего места в 81 ПСЧ ФПС заполняется Анкета. В таблице 20 представлены анкеты с заполненными параметрами риска.

Таблица 20 – Анкета рабочего места

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Пожарный, командир отделения	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.	весьма вероятно	5	значительная	3	15	средний
	Обрушение наземных конструкций	Травма в результате заваливания или раздавливания	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	Подвижные части машин и механизмов	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	возможно	3	значительная	3	9	средний
	Образование токсичных паров при нагревании	Отравление парами вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	весьма вероятно	5	крупная	4	20	высокий
	Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва	возможно	3	крупная	4	12	средний

Продолжение таблицы 20

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
	Недостаток кислорода в воздухе рабочей зоны в замкнутых технологических емкостях, из-за вытеснения его другими газами или жидкостями	Развитие гипоксии или удушья из-за недостатка кислорода в подземных сооружениях	вероятно	4	крупная	4	16	Средний
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	Повреждение органов дыхания частицами пыли	вероятно	4	крупная	4	16	средний
		Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли	вероятно	4	крупная	4	16	средний
	Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	Тепловой удар при длительном нахождении вблизи открытого пламени	вероятно	4	незначительная	2	8	низкий
	Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру	вероятно	4	значительная	3	12	средний

Продолжение таблицы 20

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
	Воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов	Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов (сужение сосудов, болезнь белых пальцев)	возможно	3	значительная	3	9	Средний
Водитель пожарной машины	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям или уровню воздействия вредных факторов	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.	весьма вероятно	5	значительная	3	15	Средний
	Транспортное средство, в том числе погрузчик	Наезд транспорта на человека	возможно	3	крупная	4	12	средний
		Травмирование в результате ДТП	возможно	3	крупная	4	12	средний
		Опрокидывание ТС при нарушении способов установки и строповки грузов	возможно	3	крупная	4	12	средний
		Опрокидывание транспортного средства при проведении работ	возможно	3	крупная	4	12	средний

Продолжение таблицы 20

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
	Подвижные части машин и механизмов	Удары, порезы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	возможно	3	значительная	3	9	Средний
	Воздействие на кожные покровы смазочных масел	Заболевания кожи (дерматиты)	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	Образование токсичных паров при нагревании	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	маловероятно	2	значительная	3	6	низкий
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	Повреждение органов дыхания частицами пыли	вероятно	4	крупная	4	16	средний
		Повреждение глаз и кожных покровов из-за воздействия пыли	вероятно	4	крупная	4	16	средний
	Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	Ожог при контакте открытых частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	Воздействие общей вибрации (колебание всего тела, передающиеся с рабочего места)	Воздействие общей вибрации на тело работника	возможно	3	значительная	3	9	средний

Продолжение таблицы 20

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Дежурный по пожарной части	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов.	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ.	вероятно	4	значительная	3	12	Средний
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	Повреждение органов дыхания частицами пыли	возможно	3	значительная	3	9	средний
	Прямое воздействие солнечных лучей	Тепловой удар при длительном нахождении на открытом воздухе при прямом воздействии лучей солнца на незащищенную поверхность головы	маловероятно	2	незначительная	2	4	низкий
	Высокая или низкая скорость движения воздуха, в том числе, связанная с климатом	Заболевания вследствие перегрева или переохлаждения организма	маловероятно	2	незначительная	2	4	низкий

Продолжение таблицы 20

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
	Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках	возможно	3	значительная	3	9	Средний
	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	Психозмоциональные перегрузки	возможно	3	значительная	3	9	средний
	Напряженный психологический климат в коллективе, стрессовые ситуации, в том числе вследствие выполнения работ вне места постоянного проживания и отсутствия иных внешних контактов	Психозмоциональные перегрузки	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	Психозмоциональные перегрузки	вероятно	4	значительная	3	12	средний

Таким образом, с целью снижения производственного риска на рабочем месте пожарного необходимы мероприятия в виде периодически проводимых инструктажей, а на практике – внедрение современных средств защиты от огня.

Дальнейшим развитием этой системы охраны труда в подразделении может быть разработка мероприятий на соответствие ГОСТ Р 12.0.007-2009 "Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию". В данный момент этот государственный стандарт не является обязательным, но его цель - служить основой для обеспечения непрерывного совершенствования системы охраны.

Профилактика выступает ключевым принципом в системе охраны труда. Она представляет собой основополагающую концепцию, которая лежит в основе всех мероприятий по обеспечению безопасности на производстве.

Основная цель профилактической работы заключается в создании и поддержании комплексной системы мер, направленных на [46]:

- минимизацию производственных рисков;
- предупреждение аварийных ситуаций;
- предотвращение производственного травматизма;
- защиту работников от профессиональных заболеваний.

Такой подход позволяет не просто реагировать на уже возникшие проблемы, а заблаговременно выявлять и устранять потенциальные угрозы безопасности труда, создавая максимально благоприятные условия для эффективной и безопасной работы персонала [50].

Профилактические мероприятия охватывают все аспекты производственной деятельности и формируют надежную основу для создания безопасной рабочей среды.

Итак, в 4 разделе были рассмотрены основные мероприятия по охране труда в 81 ПСЧ, представлены риски основных профессий и примеры анкетирования рабочих мест.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Деятельность каждого предприятия в той или иной степени представляет опасность как для работников этого предприятия, а также населения прилегающей к объекту территории, так и для окружающей природной среды.

Ввиду серьезности вопроса о противопожарной безопасности, государство законодательно регулирует основные аспекты посредством соответствующих нормативных актов.

Охрана окружающей среды включает в себя контроль над состоянием окружающей среды, разработку и осуществление мер, исключающих возникновение экологических кризисов и катастроф.

Согласно ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [31], понятие «экологическая безопасность» определяется как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Таким образом, предприятия должны соблюдать требования экологической безопасности:

- придерживаться утвержденных технологий и требований в области охраны окружающей среды, восстановления природной среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов;
- соблюдать установленные нормы качества окружающей среды;
- обеспечивать выполнение мер, направленных на восстановление окружающей среды.

Экологическая безопасность — это состояние защищённости окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Перечислим некоторые аспекты экологической безопасности.

- Охрана воздушной среды. Может включать переход на экологичное топливо, применение сырья, прошедшего дополнительную очистку, установку дополнительных модулей по очистке газов и другое.
- Защита водных ресурсов. Может включать модернизацию оборудования, используемого в сетях водоснабжения, применение дополнительных модулей, задерживающих шлам, формирование отстойников и другое.
- Снижение уровня негативного воздействия на почву. Включает организацию полигонов для хранения отходов, отвечающих нормам экологической безопасности, проведение комплекса мероприятий по рекультивации, защиту потенциально опасных составов от деструктивного воздействия и неконтролируемого распространения и другое.

Экологическая противопожарная безопасность связана с тем, что пожар оказывает негативное воздействие на экосистему. Факторами, оказывающими такой эффект, являются продукты горения, дым, высокотемпературные потоки и другое.

Экологически ответственное пожаротушение становится ключевым аспектом современной системы безопасности объектов. Для минимизации рисков как для человека, так и для окружающей среды применяются комплексные меры защиты. Ниже опишем некоторые меры по обеспечению экологической противопожарной безопасности. Современные системы противопожарной защиты включают:

- установки автоматического пожаротушения;
- системы оповещения и информирования о возгорании.

Внедрение этих технологий позволяет существенно снизить вероятность возникновения пожаров — до уровня менее 10^{-6} в год. Это, в свою очередь, уменьшает потенциальный экологический ущерб от:

- продуктов горения;
- токсичных дымов;
- высокотемпературных воздействий.

Особое внимание уделяется выбору экологически безопасных огнетушащих веществ. Приоритет отдается биоразлагаемым составам, которые:

- не наносят вреда окружающей среде;
- быстро разлагаются в природе;
- минимизируют негативное воздействие на экосистему.

Такой подход к организации противопожарной защиты обеспечивает не только безопасность людей, но и сохраняет экологический баланс окружающей среды, предотвращая загрязнение почвы, воды и воздуха.

Также немаловажен отдельный сбор бытовых отходов, использование строительных пылесосов при пылеобразующих процессах, чтобы не допускать распространения строительного мусора за территорию площадки и снижать его попадание в почву.

Состояние экологической безопасности организации отражается с помощью таблиц, утверждённых Приказом от 14 июня 2018 г. N 261 "Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля".

Проведём оценку антропогенной нагрузки организации и технологического процесса на окружающую среду (таблица 21).

Таблица 21 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Пожарная часть	81 ПСЧ ФПС	Газообразные	Бытовые сточные воды	Органические, коммунальные
Количество в год		0,07 г	-	589, 489 г

В таблице 22 приводятся сведения о применяемых на 81 ПСЧ ФПС технологиях.

Таблица 22 - Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Гараж пожарно-спасательной части	Вентиляция (без установки фильтров)	Не соответствует

81 ПСЧ ФПС имеет 2 места хранения отходов до вывоза их в места постоянного размещения на городских полигонах и свалках, а также на лицензированные перерабатывающие предприятия.

Система обращения с опасными отходами предусматривает особый порядок сбора и хранения ртутьсодержащих ламп. Основным местом их временного размещения служит специально оборудованная зона — место сбора и хранения № 1.

Правила хранения отработанных ртутных и люминесцентных ламп включают следующие требования:

- размещение на специализированном стеллаже;
- использование надежной защитной тары;
- обеспечение сохранности при всех видах манипуляций.

Допустимые варианты упаковки предусматривают два основных решения:

- оригинальная тара (картонные коробки вместимостью 25 ламп);
- герметичные контейнеры специального назначения.

Такая организация хранения обеспечивает:

- защиту ламп от механических повреждений;
- безопасность при погрузочно-разгрузочных работах;
- сохранность при транспортировке;

- предотвращение риска загрязнения окружающей среды.

Подробная информация обо всех точках временного накопления производственных и бытовых отходов представлена в таблице 23, где отражены ключевые параметры мест хранения и их характеристики.

Таблица 23 – Сведения о местах временного хранения (накопления) отходов

Наименование и номер по карте-схеме	Вместимость, т					
	Общая	I класс опасности	II класс опасности	III класс опасности	IV класс опасности	V класс опасности
Спец контейнер №1	0,1	0,1	-	-	-	-
Спец металлическая емкость №1 на площадке с твердым покрытием на территории V=5м ²	0,6	-	-	-	0,3	0,3
Спец. металлическая емкость (2 шт) №2 на асфальтированной площадке на территории 1, объем 0,2т, общая вместимость 0,4т	0,4	-	0,2	0,3	-	-

81 ПСЧ ФПС в месте дислокации воздействует на окружающую среду неорганизованными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в результате работы двигателей пожарных автомобилей в процессе сдачи-приёмки дежурства. Данные инвентаризации источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Источники выделения загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Данные об источнике выбросов
Азота диоксид (азот (IV) оксид)	3	Неорганизованный выброс от работы транспортных средств
Азот (II) (Азота оксид)	3	
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	3	
Углерода оксид	4	
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	4	

Выбросы автотранспорта представляют серьезную экологическую проблему, связанную с неполным сгоранием топлива в двигателях. В результате этого процесса часть углеводородов трансформируется в сажу, которая содержит опасные смолистые вещества.

Интенсивность загрязнения значительно возрастает в двух случаях:

- при наличии технических неисправностей двигателя;
- при создании водителем «богатой смеси» — уменьшении соотношения воздуха и топлива для форсирования работы мотора.

В подобных ситуациях за транспортным средством образуется видимый шлейф дыма, содержащий опасные компоненты:

- твердые частицы сажи;
- полициклические углеводороды;
- бензапирен — вещество с канцерогенными свойствами.

Особенно критичным является тот факт, что неисправный двигатель может выбрасывать в атмосферу в 15-20 раз больше вредных веществ по сравнению с правильно настроенным мотором. Это создает дополнительную угрозу как для окружающей среды, так и для здоровья людей, находящихся поблизости от такого транспортного средства.

Для снижения негативного воздействия необходимо:

- регулярно проводить техническое обслуживание автомобилей;
- избегать создания «богатой смеси» при эксплуатации;

- следить за состоянием систем двигателя.

В таблице 25 приведён перечень загрязняющих веществ, которые присутствуют в 81 ПСЧ ФПС.

Таблица 25 – Перечень загрязняющих веществ, включённых в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
Бенз(а)пирен
Взвешенные частицы pm10

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух приведены в таблице 26. В таблице 27 представлены результаты проведения проверок работы очистных сооружений.

Таблица 26 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	81 ПСЧ	1	Дефлектор	Бенз(а)пирен	9	8,4	-	14.03.25	0	-
		2	Дефлектор	Взвешенные частицы рm10	0,06	0,04	-	18.03.25	0	-
Итог		1	-	-	9,06	8,44	-	-	0	-

Таблица 27 - Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистно го сооруж ения	Год ввода в эксплуа тацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименова ние загрязняю щего вещества или микроорга низма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			Проект ный	Допустимый, в соответствии с разрешительн ым документом на право пользования водным объектом	Фактич еский			Прое ктно е	Допустимое , в соответстви и с разрешение м на сброс веществ и микроорган измов в водные объекты	Факт ическ ое	Проект ная	Фактиче ская
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Локаль но очистн ые сооруж ения	2018	– механическая очистка от примесей; – разделение воды и ила в отстойнике; – глубокая доочистка.	500 м ³ / сут, 185000 м ³ /год.	500 м ³ / сут, 185000 м ³ /год.	210 м ³ / сут, 76650 м ³ /год.	Взвешен- ные вещества	17.12.2024	5,0	9,43	8,50	99	93
						Нефте- продукты	26.11.2024	3,0	8,57	7,80	95	91

Таблица 28 - Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2024 г.

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Отходы веревочно- канатных изделий из хлопчатобумажны х волокон, загрязненных неорганическими нерастворимыми в воде веществами	4 38 113 11 10 5	IV класс	0	0	1,2	-	1,2	-

Продолжение таблицы 28

2	Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов 15% и более)	4 02 311 01 62 3	III класс	1	2	1,7	-	1,7	-
3	Отходы упаковочных материалов из бумаги и картона.	4 05 811 01 60 5	V класс	1	1	1,4	-	1,4	-

Продолжение таблицы 28

№ строки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн					
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения
	11	12	13	14	15	16
1	4,25	-	4,25	-	-	-
2	1,00	1,00	-	-	-	-
3	1,2	-	1,2	-	-	-
4	1,7	-	1,7	-	-	-
5	1,4	1,4	-	-	-	-

Продолжение таблицы 28

№ строки	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
	17	18	19	20	21	22	23
1	-	-	-	-	-	0	0
2	-	-	-	-	-	0	0
3	-	-	-	-	-	0	0
4	-	-	-	-	-	0	0
5	-	-	-	-	-	0	0

Итак, в пятом разделе определена антропогенная нагрузка 81 ПСЧ ФПС на окружающую среду. В ходе анализа воздействия 81 ПСЧ ФПС на окружающую среду определено, что:

- 81 ПСЧ ФПС воздействует на окружающую среду при образовании отходов;
- 81 ПСЧ ФПС воздействует на окружающую среду неорганизованными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при работе пожарных машин.

Загрязняющими веществами в 81 ПСЧ ФПС являются бенз(а)пирен, взвешенные частицы pm_{10} , сточные воды, отходы.

Несмотря на то, что сохранение эстетичности при пожаротушении является более затратным методом, он необходим для сохранения благоприятного проживания на всем земном шаре и для всего человечества, поэтому пренебрегать данным условием было бы недальновидным.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях – это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение или снижение потерь населения, угроз его жизни и здоровью от поражающих факторов.

В Российской Федерации за защиту населения в таких ситуациях отвечает Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [35] определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории Российской Федерации, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Российской Федерации или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Действие настоящего Федерального закона распространяется на отношения, возникающие в процессе деятельности органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, а также предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовой формы и населения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Целями настоящего Федерального закона являются:

- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций;
- снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами

исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

Рассмотрим основные принципы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

- Заблаговременное проведение мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения.
- Планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций проводятся с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций.
- Объем и содержание мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций определяются исходя из принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, включая силы и средства гражданской обороны.
- Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых сложилась чрезвычайная ситуация. При недостаточности вышеуказанных сил и средств в установленном законодательством Российской Федерации порядке привлекаются силы и средства федеральных органов исполнительной власти.
- Силы и средства гражданской обороны привлекаются к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и регионального характера в порядке, установленном федеральным законом.

Система подготовки населения в сфере защиты от чрезвычайных ситуаций регулируется на федеральном уровне. Ключевым регулятором выступает Правительство Российской Федерации, которое определяет порядок и основные направления подготовки граждан.

Обучение населения проводится по нескольким направлениям:

- в организациях различного профиля;
- в образовательных учреждениях;
- по месту жительства граждан;
- с применением специализированных технических средств оповещения в местах массового скопления людей.

Методическое обеспечение и контроль за подготовкой населения осуществляет федеральный орган исполнительной власти, ответственный за защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Его функции включают:

- руководство вопросами защиты населения;
- контроль за подготовкой граждан к действиям в ЧС;
- надзор за своевременным оповещением населения;
- контроль размещения технических средств оповещения;
- мониторинг информирования граждан о чрезвычайных ситуациях [27].

Такой комплексный подход обеспечивает эффективную подготовку населения к действиям в чрезвычайных ситуациях и способствует повышению уровня безопасности граждан в условиях различных угроз.

Руководители и другие работники органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций проходят подготовку к действиям в чрезвычайных ситуациях в учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования, в образовательных учреждениях дополнительного образования (в учреждениях повышения квалификации, на курсах, в центрах профессиональной ориентации и в иных учреждениях, имеющих соответствующую лицензию) и непосредственно по месту работы.

Пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций обеспечивается органами управления [28], входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, совместно с общественными объединениями, осуществляющими свою деятельность в области защиты и спасения людей, федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями.

Для пропаганды знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций могут использоваться средства массовой информации, а также специализированные технические средства оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей.

Финансовое обеспечение установленных настоящим Федеральным законом мер по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций обеспечивается из следующих бюджетов:

- федерального и межрегионального характера - является расходным обязательством Российской Федерации;
- регионального и межмуниципального характера - является расходным обязательством субъектов Российской Федерации;
- в границах (на территории) муниципального образования - является расходным обязательством муниципального образования.

Организации всех форм собственности участвуют в ликвидации чрезвычайных ситуаций за счет собственных средств в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Виновные в невыполнении или недобросовестном выполнении законодательства Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, создании условий и предпосылок к возникновению чрезвычайных ситуаций, непринятии мер по защите жизни и сохранению здоровья людей и других противоправных действиях должностные лица и граждане Российской Федерации несут дисциплинарную,

административную, гражданско-правовую и уголовную ответственность, а организации - административную и гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Приведём некоторые рекомендации для населения при возникновении чрезвычайных ситуаций.

- Сохранять спокойствие. Паника может привести к неосознанным действиям, которые затруднят работу специалистов.
- По возможности немедленно позвонить по телефону «01» (телефон спасателей и пожарных) или «112» (единый номер вызова экстренных служб). В сообщении необходимо сказать, что случилось, и указать место происшествия (адрес, ориентиры).
- Прослушать информацию, передаваемую через уличные громкоговорители. В речевом сообщении будут переданы основные рекомендации и правила поведения.
- Выполнять рекомендации специалистов. Это поможет своевременно оказать помощь пострадавшим и снизить или предотвратить последствия.
- Не создавать условий, препятствующих действиям специалистов. Например, пропустить автотранспорт со специальными сигналами и раскраской.

Информацию о защите в чрезвычайных ситуациях можно получить на следующих ресурсах:

- сайт МЧС России. На ресурсе представлены инструкции, правила поведения и информация о средствах индивидуальной защиты;
- портал государственных услуг Российской Федерации. На сайте есть сервис «Чрезвычайная ситуация», который содержит рекомендации и правила поведения в ЧС, а также номера экстренных служб.

Применительно к рассматриваемой 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной

службы Главного управления МЧС России по Самарской области обязательны следующие мероприятия по защите населения и работников при наступлении чрезвычайных ситуаций:

- оповещение. Население информируют об угрозе или возникновении опасности, передают сообщения по средствам проводного, радио- и телевидения;
- эвакуация. Людей выводят из опасных зон и районов;
- инженерная защита. Например, укрытие в защитных сооружениях гражданской обороны или в приспособленном для защиты подземном пространстве;
- химическая защита. Принимаются меры по ослаблению или исключению воздействия химически опасных веществ;
- медицинская защита. Это предотвращение или ослабление поражающего воздействия источников ЧС на людей, оказание пострадавшим медицинской помощи.

Для защиты работников 81 ПСЧ в чрезвычайных ситуациях используют средства индивидуальной защиты (СИЗ), которые всегда должны быть в необходимом количестве. К ним относятся:

- средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки);
- средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.).

Таким образом, в шестом разделе мы рассмотрели основные принципы защиты населения и территорий в чрезвычайных и аварийных ситуациях. Были рассмотрены обязательные мероприятия по защите работников 81 ПСЧ при наступлении чрезвычайных ситуаций.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности – комплексная задача, которая включает в себя анализ потенциальных угроз, выявление возможностей их предотвращения или минимизации последствий, а также прогнозирование эффективности принимаемых мер.

Для оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности могут использоваться количественные и качественные методы, такие как анализ затрат и выгод, методы экспертных оценок, моделирование последствий аварии, статистический анализ данных о частоте и последствиях нарушений безопасности.

Опишем некоторые подходы к оценке эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

- Анализ рисков. Помогает определить, какие мероприятия наиболее эффективны для снижения рисков до приемлемого уровня. Анализ включает в себя идентификацию угроз, оценку вероятности их реализации и потенциального ущерба.

- Реализация мероприятий. Включает в себя внедрение технологических решений, организационных и управленческих мер, направленных на повышение техносферной безопасности.

- Оценка эффективности мероприятий представляет собой комплексный процесс анализа достигнутых результатов в сравнении с поставленными целями. Такой подход к оценке позволяет не только определить текущую эффективность мероприятий, но и сформировать основу для дальнейшего совершенствования системы управления рисками и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

– Корректировка мероприятий. На основе оценки эффективности проводится корректировка мероприятий: усиление или смягчение некоторых из них, внедрение новых методов и технологий.

Вероятность возникновения пожара определяется по статистическим данным для аналогичных объектов как отношение общего числа пожаров к площади объекта. Стоимость здания и технологической части определяется по проектным материалам, при их отсутствии – по укрупненным показателям.

Здание гаража 81 ПСЧ предназначено для стоянки и текущего ремонта подвижного состава. Категория взрывопожарной и пожарной опасности здания по НПБ 105-95 – В. Здание одноэтажное, к нему пристроен корпус административно-бытового назначения. Общая площадь составляет 1000 м².

Здание состоит из пяти пролетов. Основные несущие строительные конструкции железобетонные и кирпичные, фермы и балки покрытия – металлические, плиты – железобетонные, стены – кирпичные. Здание отвечает требованиям II степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85.

В гаражной части размещены помещения текущего ремонта автомобилей, шиномонтажное отделение, кладовая ГСМ, складские помещения.

В соответствии с нормативными требованиями в здании предусмотрены следующие противопожарные мероприятия: первичные средства пожаротушения, внутренний противопожарный водопровод, объемно-планировочные и технические решения, обеспечивающие своевременную эвакуацию людей и автотранспорта в случае пожара. Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов городской водопроводной сети.

Выполненное натурное обследование позволило сделать следующее заключение по основным характеристикам пожарной опасности объекта. Объект эксплуатируется более 30 лет и строительные конструкции имеют значительный износ. Объемно-планировочные и конструктивные решения выполнены в соответствии с принятыми в проекте. Согласно НПБ 110-99 и

постановлению Правительства РФ от 1 сентября 2021 года № 1464, помещения категорий В2 - В3 площадью 1000 м² и более должны быть оборудованы установками автоматического пожаротушения. В настоящее время система автоматического пожаротушения отсутствует.

В гараже имеется скопление автомобильных шин, составляющих повышенную пожарную нагрузку, имеются промасленные материалы. На основе данных обследования составлена сводная таблица с указанием величины функциональной пожарной нагрузки в основных помещениях.

Величина пожарной нагрузки в различных помещениях здания в соответствии с МДС 21-3.2001 представлена в табл. 29.

Таблица 29 – Величины пожарной нагрузки в различных помещениях здания

№ п/п	Наименование помещений	Пожарная нагрузка, МДж/м ² ;
1.	Офисные помещения	500
2.	Кладовые	750
3.	Бытовые помещения	350
4.	Складские помещения	1400
5.	Гараж для пожарных автомобилей	1800

Для расчета эффективности систем пожарной сигнализации рассмотрим и сравним два варианта:

Вариант 1. Существующее состояние объекта: система автоматической пожарной сигнализации отсутствует, пожар обнаруживается персоналом, используются первичные средства пожаротушения.

Вариант 2. На объекте применяются системы аэрозольного пожаротушения.

Поскольку, по первому варианту, объект не оборудован установкой автоматической пожарной сигнализации, принимаем время развёртывания пожарных расчётов в пределах до 30 минут. С учетом однородности вида

горючих веществ и материалов наихудшим вариантом развития пожара принимается пожар в одном из помещений, в котором содержится наибольшее количество пожарной нагрузки – 1800 МДж/м², то есть принимаем, что развитие пожара происходит по помещению стоянки пожарных автомобилей в пределах размещения пожарной нагрузки [29]. В помещении возможен объёмный пожар, регулируемый вентиляцией.

Площадь пожара в этом случае определяется линейной скоростью распространения горения и временем до начала тушения.

$$F_{max} = \pi (V_n \cdot B_{св.г})^2 \quad (19)$$

$$F_{max} = \pi (V_n \cdot B_{св.г})^2 = 3,14 (0,5 \cdot 30)^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

где V_n – линейная скорость распространения пожара в зависимости от пожарной нагрузки, принимается согласно нормативной документации равной 0,5;

$B_{св.г.}$ – время свободного горения, принимается равным времени развёртывания пожарных расчётов.

Рассчитываем ожидаемые годовые потери при развитии пожара в каждом варианте. Ожидаемые потери рассчитываются исходя из стоимости здания и технологического оборудования, размеров повреждений, вероятности возникновения и тушения пожара средствами, предусматриваемыми для пожарной защиты объекта.

Данные, принятые для расчёта, сведены в таблицу 30.

Таблица 30 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь пожара	м ²	706,5	1
Площадь здания	м ²	1000	
Стоимость оборудования	руб./м ²	50 000	50 000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м ²	200 000	20 000
Вероятность возникновения загорания на исследуемом объекте	1/м ² в год	$55 \cdot 10^{-6}$	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	p_1	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения	p_2	0,86	
Вероятность тушения средствами аэрозольного пожаротушения	p_3	0,95	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	k	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (20)$$

где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1, \quad (21)$$

где J – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_m – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_m \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2, \quad (22)$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами.

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_m \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2], \quad (23)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(\Pi_1) = 55 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot 50000 \cdot 706,5 (1+1,63) \cdot 0,79 = 40\,367\,114 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_2) = 55 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot (50000 \cdot 706,5 + 200000) \cdot 0,52 (1+1,63) \cdot 0,86 = \\ = 2\,298\,923 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_3) = 55 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot (50000 \cdot 1000 + 200000) \cdot (1+1,63) \cdot [1-0,79-(1-0,79) \cdot 0,86] = 213\,486 \text{ руб./год}$$

Общие ожидаемые потери в помещении 81 ПСЧ от пожаров составят:

Вариант 1: система автоматической пожарной сигнализации отсутствует.

$$M(\Pi) = 40\,367\,114 + 2\,298\,923 + 213\,486 = 42\,879\,523 \text{ руб./год}$$

Вариант 2: на объекте применяются системы аэрозольного пожаротушения. При этом отсутствует необходимость тушения пожара привозными средствами. Общие ожидаемые потери от внедрения в помещении 81 ПСЧ системы аэрозольного пожаротушения составят:

$$M(\Pi_4) = 55 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot 20000 \cdot 706,5 (1+1,63) \cdot 0,95 = 1\,941\,709 \text{ руб./год}$$

Рассчитаем систему аэрозольного тушения пожаров (САТ) с генератором огнетушащего аэрозоля АГС-8/2.

Установки аэрозольного пожаротушения предназначены для объёмного тушения пожаров в помещениях объёмом до 10000 м³ и высотой не более 10 м. Количество генераторов в одной установке аэрозольного пожаротушения зависит от конкретных условий и определяется по методикам, которые приведены в нормативных документах, в частности, в Приложении 10 к Нормам пожарной безопасности НПБ 88-2001.

Например, для генераторов АГС-8/1 допускается размещение группами не более 12 штук, а для АГС-8/2 — не более 6 штук. При этом расстояние между осями генераторов в группе должно быть не менее 0,5 м, а между группами — не превышать 20 м. Кроме расчётного количества генераторов, установка должна иметь 100%-ный запас (по каждому типу генераторов). При наличии на объекте нескольких установок аэрозольного пожаротушения запас предусматривается в количестве, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта. Генераторы аэрозольного пожаротушения размещают так, чтобы обеспечить равномерное заполнение огнетушащим аэрозолем всего объёма защищаемого помещения.

Для этого генераторы располагают по возможности равномерно по всей площади помещения или (при необходимости) отдельными группами. Места установки генераторов и направления выпускных отверстий выбирают так,

чтобы обеспечить максимально свободное и равномерное распространение выходящего из генератора газоаэрозольного потока.

Расчет объема защищаемого помещения производится по особым правилам. При определении необходимого количества огнетушащего состава важно учитывать, что объем установленного в помещении оборудования не вычитается из общего объема помещения при проведении расчетов.

Методика определения массы огнетушащего состава базируется на результатах полномасштабных испытаний по тушению конкретных горючих материалов с использованием аэрозольных составов. При этом расчет массы состава производится с обязательным учетом коэффициента запаса, который составляет 1,2.

Такой подход обеспечивает:

- точный расчет необходимого количества огнетушащего состава;
- эффективное тушение пожара;
- надежную защиту всего объема помещения, включая зоны вокруг оборудования.

Важно отметить, что данный метод расчета позволяет создать оптимальные условия для быстрого и эффективного подавления возгорания в защищаемом помещении.

При расчете САТ определяется требуемая масса заряда аэрозолеобразующего состава в установке, количество и тип ГОА и соединительных линий.

Масса огнетушащего состава, необходимая для эффективной защиты заданного объема при степени негерметичности помещения, не превышающей 0,5%, определяется по формуле 24:

$$M = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot V \cdot q , \quad (24)$$

где V - объем защищаемого помещения, м^3 ;

q - огнетушащая концентрация аэрозолеобразующего состава, определяемого экспериментально для каждого типа генератора и заданного горючего материала, кг/м^3 ; огнетушащая способность аэрозоля, который генерирует генератор АГС-8/2, равна $0,054 \text{ кг/м}^3$;

K_1 - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по объему защищаемого помещения. Значение коэффициента $K_1=1,3$ принимается в помещениях со степенью негерметичности более $0,1\%$;

K_2 - коэффициент запаса, учитывающий непрогнозируемые потери аэрозоля при транспортировании его от генератора к очагу пожара. Величина коэффициента выбирается в зависимости от степени загромождения помещения. Степень загроможденности помещения определяется отношением суммарной площади поверхности внутренних конструктивных элементов, оборудования и т. п. (за исключением площади поверхности ограждающих конструкций) к величине объема защищаемого помещения, м^{-1} . Примем $K_2=1,8$ при степени загроможденности защищаемого помещения свыше $5,0 \text{ м}^{-1}$;

K_3 - коэффициент, учитывающий погрешность в определении величины q . Величина коэффициента K_3 принимается равной $1,1$.

Масса огнетушащего состава:

$$M = 1,3 \cdot 1,8 \cdot 1,1 \cdot 1000 \cdot 0,054 = 139 \text{ (кг)}$$

Определим необходимое количество генераторов огнетушащего аэрозоля в системе аэрозольного тушения пожаров по формуле 25:

$$N = M / m, \tag{25}$$

где N — количество генераторов;

m — масса одного заряда в одном генераторе, кг. Масса одного заряда генератора огнетушащего аэрозоля АГС-8/2 = $6,7 \text{ кг}$.

$$N = 139 / 6,7 = 20,75$$

При дробном значении N его нужно округлить в большую сторону до целого числа. Таким образом, необходимое количество генераторов огнетушащего аэрозоля равно 21 шт.

Согласно проектно-сметной документации, стоимость проектирования и внедрения системы аэрозольного пожаротушения для площади помещения 1000 м² составит 189000 руб., а стоимость заправки одного генератора – 1000 руб.

$$K = 189000 \text{ руб.}$$

Рассчитываем интегральный экономический эффект по формуле 26:

$$II = \sum_{i=1}^T (|M(\Pi) - M(\Pi_4)| - |P_2 - P_1|) \cdot \frac{1}{(1+HD)^i} - (K_2 - K_1) \quad (26)$$

где $M(\Pi)$ и $M(\Pi_4)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 и K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1 и P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год.

Вариант 1. Существующее состояние объекта: система автоматической пожарной сигнализации отсутствует.

Поскольку капитальные вложения не требуются, то

$$Rt = 0 \text{ (разница годовых потерь)}, II = 0.$$

Вариант 2. На объекте применяются системы аэрозольного пожаротушения.

Расчет произведем для периода в 12 лет.

$$R_t = | M(\Pi) - M(\Pi_4) | \quad (27)$$

$$R_t = 42\,879\,523 - 1\,941\,709 = 40\,937\,814 \text{ руб.}$$

Расчёт денежных потоков от внедрения системы аэрозольного пожаротушения для периода 12 лет представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Расчёт денежных потоков для периода 12 лет

Год	Разница годовых потерь, R_t	Капитальные затраты K_i , руб.	Эксплуатационные расходы P_i , руб.	Дисконт D	Чистый поток доходов по годам проекта, руб.
1	40 937 814	189000	-	0,91	37081421
2	40 937 814	-	-	0,83	33978386
3	40 937 814	-	-	0,75	30703361
4	40 937 814	-	-	0,68	27837714
5	40 937 814	-	-	0,62	25381445
6	40 937 814	-	21000	0,56	22913416
7	40 937 814	-	-	0,51	20878285
8	40 937 814	-	-	0,47	19240773
9	40 937 814	-	-	0,42	17193882
10	40 937 814	-	-	0,38	15556369
11	40 937 814	-	-	0,35	14328235
12	40 937 814	-	21000	0,31	12684212
Суммарный доход					277777499

Анализ результатов исследования в рамках седьмого раздела демонстрирует высокую эффективность внедряемых мер по обеспечению техносферной безопасности. Особое внимание уделено оценке целесообразности оснащения 81 ПСЧ современной системой аэрозольного пожаротушения.

Экономическое обоснование проекта подтверждает практическую значимость предложенных решений [7]. Проведенные расчеты убедительно доказывают экономическую выгоду от внедрения аэрозольной системы пожаротушения.

Финансовые показатели внедрения системы демонстрируют впечатляющие результаты:

- период окупаемости — 12 лет;
- общий экономический эффект — 277,8 млн рублей.

Технико-экономическое обоснование позволяет сделать однозначный вывод о целесообразности оснащения 81 ПСЧ системой аэрозольного пожаротушения. Данный подход обеспечивает:

- надежную защиту объекта;
- соответствие современным требованиям безопасности [30];
- эффективное использование инвестиционных средств.

Таким образом, результаты исследования подтверждают не только техническую, но и экономическую целесообразность внедрения предложенной системы пожаротушения.

Практическая значимость проекта заключается в существенном повышении уровня пожарной безопасности объекта и минимизации возможных рисков материального ущерба.

Внедрение системы позволит оптимизировать расходы на обслуживание противопожарного оборудования и снизить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Комплексный подход к обеспечению пожарной безопасности обеспечит надежную защиту персонала и материальных ценностей при возникновении возгорания.

Ожидаемый эффект от реализации проекта выразится в повышении оперативности реагирования на возгорание и сокращении времени локализации пожара.

Заключение

В разделе 1 рассмотрены теоретические понятия и сущность профилактических мер при пожаре, обозначены распространенные причины гибели и травмирования людей в ситуации пожара. Представлены методы разработки профилактических мероприятий. Дан обзор современных тенденций в разработке профилактических мероприятий. Рассмотрены проблемы и перспективы развития профилактических мероприятий.

В разделе 2 произведён анализ существующих методов разработки профилактических мероприятий на примере 81 ПСЧ. Выполнены оценки и расчёты:

- вероятности возникновения пожара в здании;
- времени эвакуации людей из здания;
- требуемого количества средств пожаротушения;
- эффективности систем пожарной сигнализации;
- зон опасности в здании при пожаре;
- пропускной способности эвакуационных выходов;
- времени реакции персонала на пожар;
- эффективности обучения сотрудников мерам пожарной безопасности.

Итак, в 3 разделе описана классификация методов разработки профилактических мероприятий; дана оценка эффективности существующих методов; определены требования к новым методам. Представлена информация о разработке и об апробации новых методов. Приведены примеры по совершенствованию новых методов. Кроме того, даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию методов. Также предлагается внедрение в 81 пожарно-спасательной части Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Самарской области наиболее значимого решения – применение способа аэрозольного пожаротушения.

В разделе 4 были рассмотрены основные мероприятия по охране труда в 81 ПСЧ, представлены риски основных профессий и примеры анкетирования рабочих мест.

В разделе 5 определена антропогенная нагрузка 81 ПСЧ ФПС на окружающую среду. В ходе анализа воздействия 81 ПСЧ ФПС на окружающую среду определено, что:

- 81 ПСЧ ФПС воздействует на окружающую среду при образовании отходов;
- 81 ПСЧ ФПС воздействует на окружающую среду неорганизованными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при работе пожарных машин.

Загрязняющими веществами в 81 ПСЧ ФПС являются бенз(а)пирен, взвешенные частицы pm_{10} , сточные воды, отходы.

Но, несмотря на то что принятие мер по обеспечению экологической противопожарной безопасности будет нести дополнительные финансовые затраты, польза от них превысит потенциальный вред.

В разделе 6 мы рассмотрели основные принципы защиты населения и территорий в чрезвычайных и аварийных ситуациях. Были рассмотрены обязательные мероприятия по защите работников 81 ПСЧ при наступлении чрезвычайных ситуаций. А также составлен паспорт безопасности для пожарно-спасательной части № 81

В разделе 7 проведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению 81 ПСО системой аэрозольного пожаротушения. Расчёты показывают целесообразность внедрения установки пожаротушения аэрозольного типа.

Список используемых источников

1. Гамаюнов Р.В., Вагин А.В. Моделирование опасные факторов пожара на объекте складского назначения // Вестник науки, 2024. № 12. – С. 1990
2. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 N 875) (ред. от 01.10.1993) // М.: Стандартинформ, 2006
3. ГОСТ Р 12.3.047-97 «ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов <https://docs.cntd.ru/document/1200003311>
4. Ерёмина Т.Ю. «Эффективные решения в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений в Российской Федерации». – М.: Наука», 2015. - С. 278
5. Зиновьев Б.Н. Проблемы эвакуации людей при пожаре в здании повышенной этажности // Проблемы науки, 2025. <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-evakuatsii-lyudey-pri-pozhare-v-zdanii-povyshennoy-etazhnosti>
6. МДС 21-1.98. Предотвращение распространения пожара. Пособие к СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений" // М.: ЦНИИ промзданий, ГУП ЦПП, 1998
7. МДС 21-3.2001. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97 // М.: ОАО "ЦНИИпромзданий", ГУП ЦПП, 2001
8. Международный стандарт ISO 3941:2007 «Классификация пожаров» - [Электронный ресурс], URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/38025/9b22949c91aa4b75a45d70807fdc1760/ISO-3941-2007.pdf>
9. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций // Официальный сайт ВДПО <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/about>

10. Мониторинг и прогнозирование ЧС – [Электронный ресурс] // Официальный сайт МЧС <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/86803/>
11. Московские городские строительные нормы "Многофункциональные здания и комплексы. МГСН 4.04-94 (ред. от 03.08.1999) (утв. распоряжением Правительства Москвы от 23.12.94 N 2479-РЗП) // Правовая база Консультант Плюс Онлайн
12. Нормирование микроклимата в рабочих помещениях - [Электронный ресурс] // http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/_private/PR_MK/V_3_norm_mk.htm
13. Официальный сайт МЧС: статистика - [Электронный ресурс] // www.mchs.gov.ru/stats/
14. Оценка пожарного риска, обеспеченного на объекте защиты - [Электронный ресурс], // <http://www.npgb.ru/data/files/metodika.pdf>
15. Платонов С. Н. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности / С. Н. Платонов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 17 (464). – С. 483-487.
16. Постановление Правительства Москвы от 06.05.1997 N 325 "Об утверждении Московских городских строительных норм "Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях" (МГСН 2.04-97)" // Правовая база Консультант плюс он лайн
17. Постановление Правительства РФ от 12.10.2020 N 1662 "О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре" // "Собрание законодательства РФ", 19.10.2020, N 42 (часть III), ст. 6627
18. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 30.03.2023) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" процессов. Общие требования. Методы контроля» // "Собрание законодательства РФ", 28.09.2020, N 39, ст. 6056.
19. Постановление Правительства РФ от 22.07.2020 N 1084 "О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска" (вместе с "Правилами

- проведения расчетов по оценке пожарного риска") // "Собрание законодательства РФ", 27.07.2020, N 30, ст. 4940
- 20.Приказ Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» / Электронный фонд правовых и нормативных актов <https://docs.cntd.ru/document/902266598>
- 21.Приказ МЧС России от 16.03.2020 N 171 Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности (Зарегистрировано в Минюсте России 17.04.2020 N 58127) // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 17.04.2020
- 22.Приказ МЧС России от 26.06.2024 N 533 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" (Зарегистрировано в Минюсте России 02.09.2024 N 79360) // Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 03.09.2024
- 23.Приказ МЧС России от 31.08.2020 N 628 "Об утверждении свода правил "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (вместе с "СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования") // Правовая база Консультат Плюс Онлайн
- 24.Проект Приказа МЧС России "Об утверждении Порядка подготовки и представления прогнозной информации и Порядка организации

- реагирования функциональных и территориальных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на прогнозы чрезвычайных ситуаций" (по состоянию на 21.09.2021) // Текст документа приведен в соответствии с публикацией на сайте <https://regulation.gov.ru/> по состоянию на 21.09.2021
25. Противопожарные мероприятия к СНиП 21-01-97 "Методика определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена Приказом МЧС РФ от 10.07.2009 за № 404) // Правовая база консультант плюс он лайн
26. Распоряжение Президента РФ от 23.03.2000 N 86-рп <О создании системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера> // "Российская газета", N 61, 29.03.2000
27. Сенюшкин, Н. С. Особенности системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Молодой ученый. – 2010. – № 11 (22). – С. Т.1. 120-122.
28. Сломьянский В.П., Глебов В.Ю., Азанов С.Н. Нормативная правовая база по защите населения в чрезвычайных ситуациях // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 1 (35) – февраль 2011 г.
29. Тимофеева С.С., Дроздова Т.И., Физико-химические основы развития тушения пожара // Иркутск: Издательство ИрГТУ, 2013. – 178с. С. 70
30. Указ президента РФ «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов <https://docs.cntd.ru/document/420398070>
31. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // "Парламентская газета", N 9, 12.01.2002.

- 32.Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.11.2024) // "Российская газета", N 250, 24.12.1994
- 33.Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" // "Собрание законодательства РФ", 28.07.2008, N 30 (ч. 1), ст. 3579
- 34.Шевчук А. П., Иванов В. А, Косачев А. А. Проблемы количественной оценки пожарного риска // Пожара-взрывобезопасность, 1994 год, т. 3, №1.
- 35.Якуш С.Е., Р.К. Эсманский Р.К. «Анализ пожарных рисков. Часть1: Подходы и методы // Проблемы анализа риска, 2009. №4. С. 26
36. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие / В.В. Холщевников [и др.]. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2015. 262 с.
- 37.Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2009. 212 с.
- 38.Айбуев З.С.-А., Исаевич И.И., Медяник М.В. Свободное движение людей в потоке и проблемы индивидуально-поточного моделирования // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 6. С. 66–73.
- 39.Морозова К.П. Конституционно-правовые основы обеспечения права граждан на охрану здоровья в РФ // Наука. Общество. Государство. 2013. № 2. С. 237-242.
- 40.Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Российская газета, 04.07.2020.
- 41.СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования
- 42.Fire Safety Science: The Proceedings of the Tenth International Symposium // International Association for Fire Safety Science. - Springer, 2023
- 43.Gul A. Z. Mohammed, Richard D. Peacock Fire Dynamics and Risk Assessment. - Springer, 2021.

44. James G. Quintiere. Theoretical Foundations of Fire Safety Engineering. - CRC Press, 2020
45. PD 7974-7. «Application of fire safety engineering principles to the design of buildings for fire risk assessment. Part 7: Probabilistic fire risk assessment» // British Standards Institution (BSI), London, United Kingdom. – 2003. – 80 p.
46. PD 7974-7:2003 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings - Probabilistic risk assessment // Published: 26 Jun 2003
Withdrawn: 27 Mar 2019
47. Preventing Fire Deaths and Injuries: A Strategic Approach // Committee on Fire Safety Research Needs and Opportunities. - National Academies Press, 2018
48. The instruction is based on Federal Law No. 69-FZ “On Fire Safety”, Federal Law No. 123-FZ “Technical Regulations on Fire Safety Requirements”, and the Rules of Fire Prevention Regime in the Russian Federation <http://fire-declaration.ru/instruktazh/instrukciya-o-merah-pozharnoy-bezopasnosti-v-o>
49. The Probability of Fire Occurrence. Review of Foreign Sources of Data on Fire Probabilities in Buildings of Various Purposes [Electronic Resource] // Fire Safety Consultant Blog <http://fire-consult.ru/risk.html>
50. The Probability of Fire Occurrence. Review of Russian Sources of Data on Fire Statistics in Buildings of Various Purposes // Fire Safety Consultant Blog <http://fire-consult.ru/risk/veroyatnost-vozniknoveniya-pozhara-obzor-rossijskix-istochnikov-dannyx-o-statistike-pozharov-v-zdaniyax-razlichnogo-naznacheniya.html>

Приложение А

Паспорт безопасности пожарно-спасательной части № 81

ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ

Пожарно-спасательная часть № 81

(наименование объекта (территории))

Тольятти

(наименование населенного пункта)

2025 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

Главное управление МЧС России по Самарской области, Самара, Галактионовская улица
193, 88463389606, 33-89-52, gu.mchs@global163.ru

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон,
факс, адрес электронной почты)

г. Тольятти, ул. Приморский бульвар 6 , 8 (8482) 35-04-01, mchs81@tlt.su

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

Деятельность по обеспечению пожарной безопасности

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

объект (территории) третьей категории

(категория объекта (территории))

1000 м²

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

Свидетельство государственной регистрации права от 14.09.2018 № 99/2018/171851522

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Панфилов Виктор Сергеевич, 486932, mchs81@tlt.su

(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство
деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный
телефоны, факс, адрес электронной почты)

Аникин Сергей Петрович, 88463377282, GU@mchs.gov.ru

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект
(территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

1. Режим работы объекта (территории)

Круглосуточно

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

Продолжение приложения А

2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 90. (человек)

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 20. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 20. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

№ п/п	Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
1	База ГДЗС	10	50	взрыв	обрушение наземных конструкций
2	Учебный класс	15	30	взрыв	обрушение наземных конструкций, массовая гибель состава
3	Спальное помещение	15	35	взрыв, отравление химическими веществами	обрушение наземных конструкций, массовая гибель состава
4	Комната приема пищи	15	35	взрыв, отравление химическими веществами	обрушение наземных конструкций

Продолжение приложения А

2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

№ п/п	Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
1	несущие конструкции	25	250	взрыв	обрушение наземных конструкций
2	сосуды под давление свыше 0,07 МПа	10	50	взрыв	обрушение наземных конструкций
3	Комната радиотелефониста	3	18	взлом компьютерных систем	прекращение работы дежурного по пожарной части, будет отсутствие указаний дежурного по пожарной части по направлению к месту вызова
4	Гараж	5	150	взрыв	повреждение или уничтожение пожарной техники

3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию)

центральный и запасные выходы

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

взрывные устройства

IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

взятие заложников

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения)

Продолжение приложения А

2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

Обрушение наземных конструкций и захват заложников

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

№ п/п	Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
1	25	обрушение наземных конструкций	15.000.000
2	0	выход из строя технических элементов инженерных и коммунальных систем	5.000.000
3	0	нарушение систем жизнедеятельности	5.000.000

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Начальник караула и заступающий караул

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Отсутствует

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Световой знак «ВЫХОД», марка «Молния-12», (Номинальное напряжение 220В, тип напряжения переменный, ip51)

(наличие, марка, характеристика)

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

Бензогенератор 3 шт. (1 фаза, бензиновый, синхронный, 5500Вт, 32 А, АИ - 92)

(наличие, количество, характеристика)

Продолжение приложения А

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

Отсутствуют

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Отсутствуют

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

Отсутствуют

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Отсутствует

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Центральный КПП в количестве 1 единицы для прохода людей и проезда транспортных средств,

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

11 эвакуационных выходов в здании ПСЧ № 81

в) электронная система пропуска

Отсутствует

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

В подразделении АСР личный состав в количестве 15 человек, отведенных в число личного состава аварийно-спасательных формирований, на случай ЧС мирного и военного характера, количество подразделений 4

(человек, процентов)

Продолжение приложения А

3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

а) наружное противопожарное водоснабжение

Наружный противопожарный водопровод, (тип водопроводный, кольцевой, диаметр 100мм)

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод, (тип многофункциональный, водяной, высокого давления (2,5МПа), высоко расходный (6 л/с), разводка тупиковая)

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная АПС (IP41, проводное соединение устройств, -30...+55, 8-11В)

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

МПП – 2,5 (ороситель, время срабатывания 15 с, порошок)

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Патриот 6-12,5 (газовый, 6кВт, КПД 87%, расход 0,4 куб.м/час, энергозависим)

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

«Соната М» - активный речевой оповещатель (потребляет 0,25А, мощность устройства 3 Вт, номинальное напряжение 12 В)

(наличие, тип, характеристика)

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Согласно СП 1.13130.2020 «Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» в здании пожарно-спасательной части № 81 расположено 6 эвакуационных выходов, состояние путей эвакуации в пределах нормы.

Ширина таких лестниц должна быть не менее 0,8 м, а проступи их ступеней должны быть сплошными (решетчатыми) шириной не менее 0,2 м. Ширина эвакуационных выходов должна быть, как правило, не менее 0,8 м. Ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее 1,2 м

(количество, параметры)

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз

Приказ МЧС РФ и МВД РФ от 17.09.2012 № 549/866

(наличие, реквизиты документа)

Продолжение приложения А

VII. Выводы и рекомендации

Повышения уровня контроля на КПП, установка камер видеонаблюдения, выдача начальнику караула табельного оружия

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

Отсутствует

(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)

Отсутствуют

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

Отсутствуют

(другие сведения)
