

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)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оценка эргономических аспектов рабочего места и их влияние на
здоровье и безопасность работников

Обучающийся

В.И. Угрюмов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к. ф-м.н., Д.А. Романов

(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)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема работы «Оценка эргономических аспектов рабочего места и их влияние на здоровье и безопасность работников».

В разделе «Теоретические основы эргономики и её влияние на здоровье и безопасность работников» проводится эргономическая оценка рабочих мест, включая пространственную организацию, временную структуру трудовой деятельности и функциональное состояние систем организма.

В разделе «Анализ и оценка эргономических характеристик рабочего места» проводятся оценки рабочего места на выбранном объекте защиты.

В разделе «Рекомендации по улучшению эргономических характеристик рабочего места» представлены предложения по оптимизации эргономических показателей на рабочем месте, оценка состояния здоровья работников до и после внедрения улучшений.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровня профессиональных рисков на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработан план действий по предупреждению и ликвидации ЧС на предприятии.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Работа состоит из семи разделов на 77 страницах и содержит 19 таблиц и 4 рисунка.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Теоретические основы эргономики и её влияние на здоровье и безопасность работников	8
2 Анализ и оценка эргономических характеристик рабочего места.....	21
3 Рекомендации по улучшению эргономических характеристик рабочего места	31
4 Охрана труда.....	41
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	51
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	60
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	63
Заключение	71
Список используемых источников.....	75
Приложение А Паспорт безопасности.....	78

Введение

Актуальность темы работы состоит в том, что работа пожарных связаны с тяжелыми условиями труда, связанных с эргономическими аспектами. Караульная служба играет важнейшую роль в обеспечении готовности и оперативности пожарных-спасателей для решения пожарных и спасательных задач. Она стремится к постоянному обновлению знаний, совершенствованию навыков и проведению тренировок, чтобы обеспечивать эффективное реагирование на различные ситуации. Важной частью её работы является также поддержание и обслуживание пожарно-спасательного оборудования и техники, обеспечивая их надежность и готовность к использованию. Таким образом, успех деятельности МЧС России в значительной степени зависит от профессионализма караульной службы и качества оборудования.

На всём протяжении своей работы сотрудники противопожарной службы сталкиваются с травмами и профессиональными заболеваниями, причём в современном обществе вопросы пожарной безопасности становятся все более актуальными и неотъемлемыми для МЧС России. Нарушения правил обращения с огнем и недостаточное осведомление граждан о мерах предосторожности лишь способствуют росту числа пожаров. Этот опасный феномен из года в год приобретает масштабные размеры, принося немалый ущерб не только с финансовой точки зрения, но также унося жизни невинных граждан. Именно поэтому обеспечение пожарной безопасности находится в числе важнейших задач МЧС России и считается одним из приоритетов ведомства. Одним из первостепенных направлений работы МЧС России является создание профессиональных пожарно-спасательных отрядов, способных оперативно реагировать на различные чрезвычайные ситуации. Для обеспечения профессиональной деятельности пожарно-спасательных подразделений внимательное внимание уделяется работе караульной службы. Эта составляющая направлена на организацию действий пожарных-спасателей, готовых в любой момент реагировать на разнообразные

чрезвычайные ситуации, будь то природного или техногенного характера.

Цель работы – совершенствование эргономических аспектов рабочего места и их влияние на здоровье и безопасность работников.

Задачи:

- определить понятие эргономики и её цели, объект, задачи, требования; основные аспекты эргономики рабочего места;
- провести анализ нормативных документов и стандартов;
- провести эргономическую оценку рабочих мест, включая пространственную организацию, временную структуру трудовой деятельности и функциональное состояние систем организма; анкетирование: сбор информации от сотрудников с помощью заранее подготовленных анкет; фиксация ежедневных действий и задач сотрудника для анализа и оптимизации рабочего процесса; непосредственное наблюдение за рабочим процессом и поведением сотрудников;
- проведение оценки рабочего места на выбранном объекте защиты по показателям: пространственная организация рабочего места, временная структура трудовой деятельности, функциональное состояние систем организма;
- провести анализ случаев производственного травматизма и заболеваний, связанных с неправильным выбором эргономических параметров рабочего места;
- проведение измерений и оценка параметров рабочего места; анализ результатов измерений и оценка соответствия требованиям эргономики;
- рассмотреть возможные предложения по оптимизации эргономических показателей на рабочем месте, оценка состояния здоровья работников до и после внедрения улучшений;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий.

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Опасность – «фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья» [5].

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [5].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [12].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [4].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [6].

Оценка риска – «процесс анализа рисков, вызванных воздействием опасностей на работе, для определения их влияния на безопасность и сохранение здоровья работников» [6].

Профессиональный риск – «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником трудовых обязанностей или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации № 197-ФЗ [19], другими федеральными законами» [12].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АСР – аварийно-спасательные работы.

БОП – боевая одежда пожарного.

БПЛА – беспилотный летательный аппарат.

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения.

ГПС – государственная противопожарная служба.

КЧС – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

ЛРН – локализация и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов.

ОДА – опорно-двигательный аппарат.

ОРО – объект размещения отходов.

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды.

ПБДД – полибромированные дибензодиоксины.

ПФУ – перфторированные соединения.

ПХБ – полихлорированные дифенилы.

ПХДД – полихлорированные дибензодиоксины.

ПХДФ – полихлорированные дибензофураны.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

СИЗОД – средство индивидуальной защиты органов дыхания.

СМИ – средства массовой информации.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ФПС – федеральная противопожарная служба.

1 Теоретические основы эргономики и её влияние на здоровье и безопасность работников

Человек работает в социально-технической среде и должен адаптироваться к конкретным внутренним и внешним условиям работы. Эргономика – это междисциплинарная наука, которая находит практическое применение везде, где присутствует человеческая деятельность. Рабочее место считается ключевой областью эргономики, поскольку физические и психические условия труда должны соответствовать потребностям человека, а не наоборот [13].

Термин «эргономика» происходит от двух греческих слов: эргон, означающий работу, и номос, означающий закон.

Важной характеристикой эргономики является ее междисциплинарный характер, поскольку эта наука может достичь своих целей, только охватывая исследования из таких областей, как психология, инженерия, дизайн, медицина и экономика.

Наиболее распространенными травмами, связанными с эргономикой, являются травмы опорно-двигательного аппарата, вызванные повторениями, перегрузками, неудобными позами или их сочетанием. Предположительно, травмы могут быть причиной, влияющей на производительность труда работников.

Заболевания опорно-двигательного аппарата являются одной из наиболее распространенных проблем профессионального здоровья. Кроме того, заболевания опорно-двигательного аппарата включают травмы, затрагивающие мышцы, сухожилия, связки, суставы, нервы и кровеносные сосуды. Кроме того, рассеянный склероз – это расстройства и травмы, которые влияют на движения человеческого тела или опорно-двигательную систему. Это может быть определено нарушениями структур тела, таких как мышцы, суставы, сухожилия, связки, нервы, кости и локализованная система кровообращения, вызванные или усугубленные в первую очередь самой

работой или рабочей средой.

Это исследование проводится с целью получения необходимой информации, особенно в контексте эргономики пожарных и спасателей КУ «Центроспас-Югория». Не проводилось официального исследования, посвященного симптомам рассеянного склероза среди пожарных в РФ.

Первоначальная подготовка принятых спасателей проводилась как непосредственно в отряде, так и в учебных центрах МЧС России.

«Наравне с выполнением основных задач спасатели и пожарные оказывают помощь населению и предприятиям города. В летний период ведется ежедневное дежурство на водоемах в целях предотвращения несчастных случаев на воде. Работниками КУ «Центроспас-Югория» проводится профилактическая работа с населением, участие в мероприятиях по популяризации профессии «Спасатель», работы по обеспечению безопасности при проведении массовых праздников, лекции в учебных заведениях, занятия с подрастающим поколением, волонтерами, приём экскурсий в месте расположения отряда, участие в выставках и показах техники и оборудования находящегося на вооружении спасателей» [15].

«Спасатели постоянно работают над повышением своего профессионального уровня. Постоянная поддержка физической формы, регулярные тренировочные сборы, водной и горной подготовке, тренировочные спуски с вертолета и вышек с помощью спусковых устройств, помогают поддерживать необходимый уровень подготовки» [15].

Профессия пожарного-спасателя относится к профессиям с высокой степенью риска [15]. Это стрессовая работа, требующая не только физического, но и эмоционального участия [15]. Он характеризуется короткими, нечеткими видами деятельности с умеренным или высоким расходом энергии и значительным биомеханическим уклоном, которые, однако, требуют более высоких, по сравнению с практикой, физических нагрузок. Пожарные жалуются на проблемы со спиной, сердечно-сосудистой системой, пищеварительной системой, нарушениями сна.

Согласно наблюдениям и анкетированию пожарных и спасателей КУ «Центроспас-Югория», было обнаружено, что работа с пожарными рукавами может подвергнуть работника риску заболеваний, связанных с эргономическими проблемами, такими как боли в спине и усталость. Эта рабочая задача также обычно требует времени и отнимает много энергии у пожарного. В процессе работы с пожарными рукавами есть четыре этапа, которые оказывают влияние на эргономику пожарного: разматывание пожарного рукава, тушение пожара, слив воды из пожарного рукава и сворачивание пожарного рукава. В настоящее время все эти действия выполняются вручную без использования подходящих механических инструментов, которые помогут пожарным выполнить задачу.

Все эти сотрудники КУ «Центроспас-Югория» работают в наиболее критической и опасной зоне или ситуации, и любое снижение производительности, а также потеря рабочих дней, безусловно, повлияют на операции по тушению пожара. Эргономическую опасность иногда бывает трудно отследить и обнаружить, и она может проявляться в различных формах, таких как повторяющиеся движения, длительное сидение, неудобная поза. Сотрудники могут подумать, что боль в нижней части тела, которую они ощущают, вызвана старением тела и неудобными позами, которым они подвергались дома. Они не понимают, что эти факторы могут быть обусловлены тем, как они выполняют свою повседневную рабочую деятельность. Это может быть связано с недостаточной осведомленностью об эргономической опасности [10].

Кроме того, отсутствие устройств, помогающих сотрудники могут принимать неправильные позы во время работы [11].

Основная процедура, выполняемая пожарными после тушения пожара, заключается в свертывании используемого пожарного рукава. Обычно рукав растягивается на земле, и пожарные сворачивают его вручную в положении тела с наклоном вперед. Влияние положения тела при наклоне показало, что участвующие в нем люди подвержены риску заболеваний, связанных с

эргономикой, таких как боли в спине и переутомление. Заболевания костей также были подтверждены Всемирной организацией здравоохранения в 2013, что боли в спине возникают у взрослых в возрасте от 35 до 55 лет, и основной причиной является поднятие тяжестей во время работы. Дополнительная информация: длина используемого пожарного рукава составляет 20 метров при весе нетто 15 килограмм. Однако вес пожарного рукава будет увеличен до 64 кг при наполнении его водой.

Таким образом, целью данного исследования было определить распространенность заболеваний и провести первоначальную оценку уровня эргономического риска, с которым сталкиваются пожарные-спасатели КУ «Центроспас-Югория» в связи с их работой.

Респонденты были специально отобраны на основе их работы пожарным на пожарно-спасательной в подразделениях КУ «Центроспас-Югория». Данные собирались путем наблюдения за рабочей зоной, неструктурированного опроса.

Был составлен опросник по опорно-двигательному аппарату (ОДА) с использованием контрольного списка из Руководства по оценке эргономических рисков на рабочем месте 2017 ВОЗ, а также рекомендаций руководства КУ «Центроспас-Югория». Анкета была роздана пожарным, работавшим в четыре рабочие смены, в общей сложности 30 пожарных вызвались принять участие в этом исследовании в качестве респондентов. Респондентам было предложено ответить на все вопросы, указанные в опроснике, по дискомфорту со стороны опорно-двигательного аппарата.

Следующим этапом было наблюдение за фактической рабочей деятельностью на месте путем записи видео и фотографий, чтобы выявить все нормальные отклонения положения тела.

Для проведения исследования было использовано несколько инструментов, материалов и оборудования для получения требуемых результатов, таких как видео, камера. Кроме того, в исследовании также использовался ноутбук, пожарный рукав.

Наибольший процент респондентов был в возрасте 20-30 лет и 31-40 лет (45% и 47,5% соответственно), и только 7,5% были в возрасте 41-50 лет. Средний возраст составил 32,05 ($\pm 5,20$) лет. Большинство респондентов (33,8%) работали по профессии пожарного от 6 до 10 лет. 28,8% работали в пожарной службе от 1 до 5 лет, 25% – от 11 до 15 лет, и только 12,5% работали по этой профессии 16-20 лет. Средний трудовой стаж участников составил 8,89 ($\pm 4,96$) лет.

Инструментом исследования была анкета, которая включает вопросы о возрасте и трудовом стаже, а также вопросы, позволяющие проанализировать отдельные аспекты эргономики пожаротушения, такие как ежемесячное количество смен и мероприятий по назначению, частота и тип принимаемых положений тела, а также виды работ, выполняемых во время смен. Перед началом исследования респонденты были проинформированы о его цели, ходе и анонимности и согласились принять в нем участие. Результаты были представлены в процентах, рассчитанных для всей исследовательской группы (80 человек составляли 100%). Дополнительно были рассчитаны средние значения и стандартные отклонения для возраста, трудового стажа и количества отработанных 24-часовых смен в месяц. Были проанализированы следующие корреляции: между стажем службы, количеством пожарно-спасательных действий за месяц, частотой использования спасательного и противопожарного оборудования, частотой участия в действиях по тушению пожаров, частотой эвакуации людей и количеством часов, проведенных в движении в специальном пожарном наряде.

«Эргономическая оценка рабочих мест, включая пространственную организацию, временную структуру трудовой деятельности» [15]: 78,8% спасателей участвовали в максимум 15 спасательных и пожарных операциях в течение месяца. Все испытуемые выполняли профессиональную работу в специальной одежде пожарного, из них наиболее опрошенных (66,3%) от 2 до 5 часов.

Все опрошенные использовали аппарат защиты органов дыхания и спасательно-техническое оборудование, а также участвовали в пожаротушении, эвакуировали людей, поднимались по лестнице. Наибольший процент испытуемых пользовался только во время определенных служб как средствами защиты органов дыхания (68,8%), так и спасательно-техническими средствами (85%).

Рассмотрим конструктивные средства пожаротушения и их эргономичную мобильность.

БОП, или, как его часто боевая одежда, обычно состоит из трехслойной системы одежды, которая включает в себя внешнюю оболочку, влагозащитный барьер и слои термоизоляции. Эти слои ткани и одежды изготовлены из арамидных волокон для тепловой и механической защиты от агрессивных сред. Средний влагозащитный слой часто изготавливается с использованием полупроницаемой мембраны. Слой утеплителя надевается максимально близко к коже или базовым слоям и обычно состоит из тканевой лицевой ткани, простеганной по крайней мере из одного, если не из нескольких слоев нетканого ватина. Вместе влагозащитный слой и термолайнер обеспечивают 75% тепловой защиты костюма.

Поскольку теплозащита имеет первостепенное значение, вес, объем и толщина поворотного устройства продолжали увеличиваться для достижения более высоких показателей теплозащиты, чтобы обеспечить большее время защиты пожарного от ожогов. В результате распространенность теплового перенапряжения и сниженной эргономической подвижности продолжает расти, при этом перенапряжение и стресс стали основной причиной серьезных заболеваний и травм пожарных.

Во многих исследованиях выявили многочисленные проблемы с курткой и брюками, связанные с точками зацемяления, уменьшенным диапазоном движений, проблемами с посадкой и размером.

По результатам неформального опроса работников КУ «Центроспас-Югория» были собраны данные о потребностях и проблемах с СИЗ.

Результаты этого опроса показали, что были проблемы с посадкой брюк, удобством ношения перчаток, высотой ботинок, плохой воздухопроницаемостью и ограниченной подвижностью.

В группах социальных сетей был проведён онлайн-опрос по изучению современных технологий СИЗ для пожарных по всему миру. Результаты показали, что, хотя для удовлетворения большинства неудовлетворенных потребностей в СИЗ существуют решения, интеграция которых требует особого внимания к суровым условиям использования на месте пожара.

По результатам обзора научной литературы следует отметить, что в последние годы в РФ практически не проводилось исследований конструкций СИЗ для пожаротушения, особенно тех, которые уделяют особое внимание мобильности СИЗ для снижения высокого уровня травматизма пожарных. Таким образом, целью данного исследования было изучить текущие потребности работников в современных СИЗ, поскольку они связаны с эргономичной мобильностью.

Чтобы определить восприятие мобильности конструктивных одежды пожарных, был разработан опрос.

Количественные вопросы касались информации о пригодности, мобильности и конструктивных особенностях СИЗ. Восприятие подгонки, мобильности и дизайна СИЗ оценивалось с помощью ответов «да» или «нет» и вопросов по пятибалльной шкале, оценивающих удовлетворенность пользователей их спецодеждой с учетом наличия дополнительного места для дальнейших пояснений. Вопросы о восприятии были направлены на определенные области тренировочного костюма (например, грудь, плечо, локоть), а также области сопряжения (например, ботинок / брюки, рукав / перчатка).

Заключительный блок вопросов содержал качественные вопросы в полуструктурированном формате; сначала определялась рассматриваемая тема, затем участникам предлагалось предоставить дополнительные, значимые, описательные ответы. В этих вопросах была собрана конкретная

информация о подгонке их текущих костюмов СИЗ, о предполагаемой подвижности и диапазоне движений в определенных областях их защитного костюма, а также были запрошены описания того, что, по их мнению, является текущей проблемой, если они считают, что их снаряжение сидит неправильно или ограничивает подвижность. Последние вопросы в этом блоке касались возможных улучшений, которые они хотели бы видеть, которые могли бы быть включены в будущие версии механизма (например, вентиляция, меньший вес, альтернативные варианты застёгивания).

Основное внимание в этом исследовании уделялось мобильности. Таким образом, в анкете сначала задавался вопрос о подгонке. В этом опросе сначала задавались направленные вопросы, такие как «Считаете ли вы, что ваш БОП подходит Вам должным образом». Если ответ был отрицательным, их просили уточнить подробности. Индивидуальные ответы были сначала отнесены к общим проблемным областям (например, куртка, брюки, распределение веса, мобильность, громоздкость), которые затем были дополнительно отнесены к более конкретным областям.

Большинство респондентов опроса сочли, что размер СИЗ подходит должным образом (78,1%). Из почти 22% тех, кто ответил «нет», многие обсуждали вопросы общего характера, касающиеся недостатков материала, а не конкретных проблемных областей. Комментарии о том, как определялись изменения размеров, как увеличения, так и уменьшения, у респондентов в течение срока службы снаряжения были распространенными проблемами («Я немного прибавил в весе с тех пор, как мне выдали СИЗ» или «оно было выдано мне до снижения веса»).

Для дальнейшего определения того, как участники-пожарные связывали физическую форму с диапазоном движений, респондентам было предложено оценить корреляцию между физической формой и движением от «совсем не важно» до «чрезвычайно важно». Более 70% (71,1%) сочли физическую форму чрезвычайно важным и почти 30% (28,1%) сочли ее очень важным. Был исследован аналогичный вопрос, в котором спрашивался уровень

удовлетворенности БОП и его областями (включая шею / воротник; рукава / перчатки; пальто / брюки; и ботинок / штанины). Пожарные были наиболее удовлетворены, получив рейтинги от «удовлетворены» до «отлично» за соответствие размерам ботинок и штанов на 85,1%, 83.9% для куртки и брюк. Хотя большинство областей интерфейса в целом были признаны удовлетворительными, области шеи и воротника имел самый низкий рейтинг удовлетворенности – 11,4% были крайне или в некоторой степени недовольны этой частью куртки БОП.

Чтобы детализировать еще больше, респондентов попросили оценить по шкале от «крайне неудовлетворенных» до «отлично» 19 различных областей костюма БОП. Из 12 выявленных областей (длина куртки, объём груди, верхняя часть спины, плечо, длина рукава, пройма, предплечье, локоть, длина брюк, икра и лодыжка) по крайней мере 80% респондентов оценили эти области как удовлетворительные.

Следующий блок опроса был посвящен общей мобильности и диапазону движений, доступному при ношении защитного костюма. Респондентов спросили, считают ли они, что их нынешний защитный костюм ограничивает мобильность и диапазон движений. Из 264 респондентов, ответивших на этот вопрос, 36% не чувствовали, что их диапазон движений ограничен, в то время как 64% считали, что диапазон их движений ограничен. Из тех, кто чувствовал себя стесненным в БОП, 68% сочли, что это повлияло на общий комфорт снаряжения, а также на их общую безопасность (39,3%). Хотя респондентов попросили ответить на этот конкретный вопрос только в том случае, если они ответили утвердительно на вопрос о диапазоне движения, на этот вопрос ответили еще 15 человек, поэтому процентные соотношения могут быть немного искажены.

Чтобы определить область защитного костюма, которую пожарные сочли наиболее проблемной с точки зрения мобильности и диапазона движений, респондентам было предложено выбрать одну из семи конкретных областей (плечо, верхняя часть спины, локоть, посадочная часть брюк, колено,

промежность / пах и другие). Две области, промежность (25,8%) и плечо (25%), были признаны наиболее ограничивающими подвижность. В отличие от предыдущего вопроса, плечо обеспечило хорошую амплитуду движений 20,1% ответивших. Плечо, которое считается одновременно ограничивающим и освобождающим с точки зрения движения, может свидетельствовать о необходимости надлежащей подгонки снаряжения, учитывая, что почти 22% пожарных не верили, что их нынешний костюм сидит на них должным образом.

Участников также спросили, какие функции могли бы обеспечить больший комфорт при смене БОП; 18,3% хотели иметь более легкое снаряжение, а 7,0% – большую свободу движений. Аналогичным образом, 13,4% хотели использовать более мягкие и эластичные материалы. Несколько участников (3,7%) упомянули вентиляционные отверстия для воздуха. Дополнительные 5,9% желали иметь более толстую подкладку для повышения защиты коленей и плеч, в то время как другие заявили о необходимости уменьшить объем (меньшую толщину и подкладку).

Затем респондентов спросили, где они испытывают наибольшую боль или дискомфорт, а также в каких точках испытывали болевые ощущения, которые могли привести к ограничению движений. Из числа респондентов 22,3% назвали область плеча наиболее болезненной или неудобной, за ней следуют колено (16,3%) и верхняя часть спины (10,5%).

Чтобы избежать вышеуказанных болевых ощущений, некоторые пожарные применяют контрмеры для повышения своего комфорта и мобильности. Наиболее часто упоминавшейся мерой противодействия были подтяжки (36,6%). Эта статистика демонстрирует, что нет никакой замены правильно подобранному снаряжению. Другие зарегистрированные контрмеры включали использование ремня (13,1%) и ношение слишком большого защитного костюма (10,7%) для обеспечения большего пространства для движений.

Наконец, участников попросили высказать свои соображения по поводу

конкретных деталей дизайна, которые они хотели бы включить в свои костюмы для выступлений, чтобы сделать их более функциональными. Ответы, касающиеся карманов, включая необходимость во внутренних радиоприемниках, отделениях для инструментов, а также более глубоких, усиленных карманах с более легким доступом, были указаны 41,1% респондентов. Необходимость встроенного капюшона отметили 27% респондентов (49/180) наряду с необходимостью замены традиционных застежек на липучке (17.22%).

В ходе опроса был задан вопрос о предпочтениях владельца в отношении брюк с низкой, средней и высокой посадкой. В зависимости от производителя СИЗ доступны индивидуальные варианты подъема в промежности; однако пожарные могут носить брюки на том уровне, который они предпочитают, а не на том, для которого они были разработаны. Например, брюки, предназначенные для ношения на талии, которые в настоящее время носят со средней посадкой, никогда не обеспечат той мобильности, для которой они были разработаны.

Изменения размеров тела в течение срока службы специального защитного костюма (обычно 5 лет) также могут существенно повлиять на то, как защитные штаны пожарных сидят на теле. Участники этого исследования отметили, что они больше не были того размера, каким были, когда им выдана защитная одежда. Снижение физической подготовки на протяжении всей их карьеры привело к увеличению средней части брюк, что привело к неправильной посадке брюк на талии или, что чаще, к необходимости носить брюки на более низкой высоте талии, что привело к неправильной посадке брюк на промежности. С другой стороны, пожарные, новички в этой дисциплине, отметили, что они похудели после нескольких месяцев работы, но, уже получив свое снаряжение, они тоже столкнулись с проблемами плохой посадки в промежности. Несмотря на противоположную причину (потеря веса вместо увеличения), результат тот же, поскольку брюки по-прежнему не надеваются на расчетную высоту. Независимо от причины, ношение брюк на

непреднамеренной высоте талии приводит к неправильному расположению элементов брюк, ограниченной подвижности и дискомфорту.

Колено было определено как еще одна проблемная область, в улучшении которой нуждаются пожарные в этом исследовании. Однако, подобно эффекту, который неправильно надетые брюки оказывают на промежность, то же самое можно увидеть и на коленях. Если высота колена и расположение подкладки указаны неправильно, то движения, скорее всего, будут ограничены или затруднены, создавая точки защемления.

Увеличенная разница в длине штанин спереди и сзади также может способствовать уменьшению точек защемления за коленом, хотя это изменение конструкции изменит посадку брюк при вертикальном положении. Улучшение функциональности брюк по-прежнему возможно, но только в том случае, если они подогнаны так, чтобы сидеть на теле на правильной высоте колена.

Другой областью, в которой в ходе этого исследования были обнаружены неправильная посадка, ограничения подвижности, точки боли и защемления, было плечо. В отличие от брюк, пальто сидит прямо на плечах, поэтому то, как пальто сидит на теле, не так сильно зависит от того, как оно сидит. Тем не менее, куртка все равно должна правильно висеть, быть удобной, а шов рукава должен быть правильно расположен, чтобы повысить подвижность рук. Тем не менее, посадка не так важна в области плеч, как в области промежности и колен. Результаты опроса подтверждают эти конструктивные и антропометрические различия между верхней и нижней частью тела. Однако важно то, как куртка сидит по фигуре при ношении СИЗОД. Взаимодействие между курткой и СИЗОД имеет решающее значение для движения и комфорта владельца. Конструктивные особенности, повышающие износостойкость куртки, при этом учитывающие SCBA, имеют решающее значение, при этом учитывается потенциальный дополнительный объем и вес. Куртка с двумя распашными швами и расширяющимися складками – это одна из техник, которая обеспечивает дополнительный

диапазон движений, при этом на нее не так сильно влияют СИЗОД и его лямки.

Вывод по разделу.

В разделе проводилась эргономическая оценка рабочих мест, включая пространственную организацию, СИЗ и функциональное состояние систем организма.

В разделе определено, что неправильная посадка, особенно в нижней части тела, приводит к снижению подвижности. Промежность неизменно является самой неподходящей зоной, вызывающей наибольшее недовольство пожарных. В результате в области промежности пожарным приходится вносить наибольшие изменения в движения из всей системы защитных костюмов. С точки зрения дизайна известно, что промежность обеспечивает наибольшее движение, когда промежностный шов плотно прилегает к телу, прямо на верхней части бедра. Следовательно, имеет смысл, что если брюки неподходяще подогнаны или не находятся в нужном месте или на неправильной высоте, то движение ограничено.

2 Анализ и оценка эргономических характеристик рабочего места

Тушение пожаров – одна из самых опасных и сложных профессий. Пожарные регулярно подвергаются опасностям на месте пожара, а работа требует принятия неудобных физических поз при высоких нагрузках. Кроме того, они выполняют эту работу при экстремальных погодных условиях в присутствии тепла, пламени, острых предметов, химикатов, патогенов и скользких поверхностей. Пожарные полагаются на индивидуальную защитную одежду (БОП) и оборудование (СИЗ) в качестве последней линии защиты от этих многочисленных опасностей.

Для повышения безопасности и эффективности работы пожарные должны постоянно укреплять свое физическое состояние и носить современное противопожарное снаряжение при выполнении служебных обязанностей. «Например, они регулярно тренируются для выполнения задач, требующих высокой мышечной работоспособности и координации движений, таких как спасение человека, разбор конструкций с помощью тяжелых ручных инструментов и работы на крыше» [15].

Обучение сотрудников специального управления проводится в специальных учебных центрах МЧС России, которые предоставляют всю необходимую инфраструктуру для приобретения профессиональных навыков. Программа обучения включает в себя изучение таких дисциплин, как методы пожаротушения, навыки выживания, проведение горноспасательных операций и действия в чрезвычайных ситуациях.

Постоянное повышение знаний и наработка навыков является важной частью работы сотрудников специального управления ФПС МЧС России. В этой связи периодически проводятся тренировки и учебные сборы, на которых сотрудники имеют возможность практиковать полученные навыки и проверить свои профессиональные знания.

Сотрудники Специального управления ФПС МЧС России характеризуются высоким профессионализмом и готовностью выполнять свои

обязанности в сложных и опасных условиях. Их обучение и подготовка позволяют им эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации и спасать человеческие жизни.

Что касается технического оснащения и средств связи, то Специальное управление ФПС МЧС России располагает современными техническими ресурсами и широким выбором средств связи, которые содействуют эффективному выполнению своих задач.

Техническое оборудование включает в себя аварийно-спасательные машины и специализированное оборудование, предназначенные для проведения поисково-спасательных операций в разнообразных чрезвычайных ситуациях. А также в арсенале имеются высокоманевренные вертолеты и специальные суда и лодки, которые используются для операций на водных объектах.

«Для достижения упомянутых выше целей был проведен систематический обзор исследований эргономики пожарных, который является средством выявления, оценки и интерпретации всех доступных исследований, имеющих отношение к исследовательскому вопросу эргономики, или представляющему интерес со стороны эргономики. Процесс поиска исследований начинали с двух ключевых слов: пожарный и средства индивидуальной защиты. Эти ключевые слова были составлены в нескольких комбинациях с использованием логических символов «И» для получения сложных строк поиска» [19].

«Используя строки поиска, упомянутые выше, соответствующая литература была извлечена из базы данных Web of Science, которая имеет всесторонний охват рецензируемой научной литературы. В первую очередь, 1164 опубликованные литературы были найдены без временного фильтра в базе данных» [19] Web of Science. Статьи, в которых не рассматривались средства индивидуальной защиты для пожаротушения были удалены из списка рецензирования. Исходя из соответствия названия теме, было определено 111 источников литературы для отбора рефератов. Тем временем

исследователи выполнили серию ручных поисковых запросов с помощью Google Scholar для сбора дополнительной литературы на основе списков литературы нескольких изданий, чтобы обеспечить всесторонний охват соответствующих тем. Наконец, для тщательного анализа были отобраны сорок девять статей и восемь других видов литературы, таких как отчеты об эргономике средств защиты пожарных и травм, связанных с использованием средств защиты пожарных. Наибольшее количество «статей (четыре) опубликовано в журнале Ergonomics. Национальная ассоциация противопожарной защиты, один из ведущих источников информации и знаний о пожарах, электричестве и связанных с ними опасностях, также опубликовала четыре статьи по смежным темам. Однако двадцать три журнала опубликовали только одну статью. Между тем, согласно году публикации статей, извлеченных как из электронной базы данных, так и из ручного поиска, большинство статей были опубликованы после 2018 года» [15]. До 1990 года в базе данных Web of Science не было найдено ни одной соответствующей статьи, хотя поиск не фильтровался по времени.

Согласно отчету о травмах пожарных определено, что 385 пожарных получили травмы при исполнении служебных обязанностей в 2023 году. Среди них 39% травм произошло во время тушения пожара [17]. Были определены три основные причины травм при пожарах:

- тепловой удар – 27,1%;
- падения 21,0%;
- воздействие продуктов горения – 13,6%.

С другой стороны, в течение нескольких лет МЧС России сообщало о внезапной смерти от сердечной недостаточности как о причине номер один среди смертей пожарных при исполнении служебных обязанностей.

Пожарные рассматривают безопасность СИЗ, «мобильность и комфорт как три наиболее важных фактора при оценке своего снаряжения. Чтобы обеспечить эффективную защиту, а также удовлетворить физические и психологические потребности пожарных, размер и подгонка, изготовление и

дизайн комплекта средств индивидуальной защиты при пожаре должны быть тщательно продуманы целостным образом. Согласно оценке, проведенной в период с ноября 2015 по декабрь 2023 года, было четыре основные причины ожоговых травм, связанных с работой пожарных:

- неправильное снятие или смещение защитной одежды;
- неспособность оборудования защитить пожарного (либо из-за неправильного использования оборудования, либо из-за недостатков конструкции);
- ошибки самого пострадавшего» [17].

Исследование показало, что «неправильная конструкция оборудования и неправильное использование часто (70%) приводили к попаданию пара или горячих жидкостей в БОП пожарных в уязвимых местах. Различные исследования также выявили, что уязвимыми зонами обычно являются участки, где два элемента оборудования перекрываются или не могут перекрываться. Целостность защиты в этих интерфейсах является важной проблемой для повышения мобильности, комфорта и безопасности» [18]. Например, плохо подогнанные брюки часто задираются выше ботинок, особенно в положении ползания, подвергая икры тепловому воздействию [18]. Кроме того, сообщалось о причинах, по которым пожарные иногда предпочитали работать без СИЗ:

- пожарные чувствовали, что СИЗ мешают физической работоспособности;
- «пожарные чувствовали, что надевание снаряжения может замедлить спасение» [17];
- пожарным не хватало знаний, относящихся к СИЗ.

Громоздкость и негибкость СИЗ являются доминирующими факторами значительного числа травм. Они могут ограничивать мобильность пожарных при выполнении задач пожаротушения, таких как подъем по лестницам, перетаскивание рукавов и вход/выход из пожарных машин. Во-первых, большой вес средств индивидуальной защиты при пожаре (приблизительно 25

кг в общей сложности) усиливает утомление пожарных с «повышенными затратами энергии, вызывая стрессовую ситуацию из-за длительного рабочего дня и постоянных нарушений сна из-за звонков с ложными вызовами (14,2% случаев). Во-вторых, громоздкость СИЗ повышает кровяное давление, частоту сердечных сокращений и риск сердечно-сосудистых заболеваний» [19]. Это также приводит к физиологической нагрузке на пожарного [20]. Например, большой вес вызывает травмы, связанные с падением, поскольку изменяет центр тяжести, гибкость и подвижность пожарных [18]. В-третьих, в различных исследованиях сообщалось, что вес и конструкция СИЗ ухудшают функциональное равновесие пожарных и ограничивают диапазон их движений [19].

Тушение пожара предполагает выполнение интенсивных физических нагрузок с широким диапазоном движений, таким образом, важно, чтобы средства индивидуальной защиты от пожара обеспечивали динамическую эргономичную мобильность. Однако для защиты от термических воздействий улучшения в теплозащите привели к увеличению веса и объема противопожарного защитного снаряжения, что значительно снизило мобильность и комфорт пожарных. В то время как конструкционные СИЗ для пожаротушения продолжают развиваться, в последнее время основное внимание уделяется обеспечению большей химической и канцерогенной защиты из-за распространенности рака среди пожарных.

Уровень травматизма остается высоким: в период с 2016 по 2020 год на местах пожаров зарегистрировано 118070 несмертельных травм. Почти треть этих травм (27%) привели к потере рабочего времени, а 17% потребовали госпитализации. В течение этого периода третья по значимости причина травм была напрямую связана с подскользываниями или спотыканиями, при этом растяжения были тип травм номер один (24%), которые могут быть вызваны неподходящими по размеру и плохо эргономичными средствами индивидуальной защиты.

Пожарные часто жалуются на травмы, которые в большинстве случаев

возникают во время обязательной физической подготовки. Эти травмы часто приводят к отсутствию на работе. Работа пожарным включает в себя выполнение спасательных и противопожарных операций во время различных событий, таких как пожары, дорожно-транспортные происшествия, катастрофы или химические и экологические чрезвычайные ситуации. Пожарные, в зависимости от типа риска, используют различные типы оборудования, такие как лестницы, подъемники, альпинистское снаряжение, средства спасения и пожаротушения (например гидравлические спасательные инструменты, пневматические подушки и другое) [5]. Как во время проведения пожарно-спасательных работ, так и во время физической подготовки пожарные носят специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты, такие как шлемы, защитные очки, перчатки, ботинки, средства защиты органов дыхания и другие [21]. Пожарные работают посменно, 24 часа работы и 72 часа отдыха. В течение 24-часовой смены можно выделить три периода. Первые восемь часов посвящены занятиям, тренировкам, упражнениям и обслуживанию оборудования, следующие восемь часов – самообразованию, а последние восемь часов – отдыху. Однако спасатель должен быть готов отправиться на пожарно-спасательные работы в течение всего периода смены. Ввиду того факта, что работа пожарного очень напряженная, поэтому на работу в противопожарную службу принимаются только люди, полностью здоровые, физически развитые и эмоционально устойчивые [20].

Как уже упоминалось ранее, типичная профессиональная деятельность пожарного может быть источником многих нарушений в функционировании их организма. Изучение различных видов типичных действий, возникающих в работе пожарного, и степени их выполнения, может сыграть важную роль в прогнозировании реальных рисков для здоровья, связанных с выполнением этого вида деятельности.

Вышеупомянутый вид сменной работы в пожарной части, несмотря на нерегулярную систему работы, представляет собой риск субъективного

расстройства [20] и вызывает нерегулярные циклы работы, приема пищи и сна [21]. Недостаток регулярного сна также способствует нарушению режима сна.

Результаты первоначальной оценки эргономических рисков показали, что неудобная поза является основным фактором, способствующим возникновению болей в спине, на которые жаловались задействованные пожарные. Из таблицы 1 видно, что 70% пожарных чувствуют боль в плече, 70% – в предплечье, 63% – в бедре, 76% – в колене и 90% – в пояснице. Это участки тела, в которых зафиксированы боли, испытываемые 30 пожарными из исследуемого учреждения.

Таблица 1 – Распределение распространенности рассеянного склероза по частям тела

Испытываете боль / недомогание / дискомфорт	Количество жалоб	%
Плечо	21	70%
Предплечье	21	70%
Бедро	19	63%
Колено	23	76%
Нижняя часть спины	27	90%

Эти жалобы на эргономику являются частью жалоб, связанных со здоровьем, которые возникают в службе пожаротушения, работа которых в основном связана с подъемом и сгибанием (неудобная поза). Способ работы и используемое оборудование также влияют на риск рассеянного склероза у пожарных. Чтобы устранить проблему с опорно-двигательным аппаратом, необходимо предотвратить и свести к минимуму возникновение перенапряжений у пожарных, предоставив инструменты, соответствующие их работе, особенно для ручных работ, требующих больших усилий для подъема, опускания и принятия неудобных поз, таких как приседания и прогиб спины. Это очень важно, потому что для непрерывной работы, связанной с подъемом, опусканием, приседанием и наклонами в спине, даже если она динамичная, но всегда сопровождается усталостью, которая затем может перейти в рассеянный склероз. Существует ряд эргономических принципов, которые

могут быть применены для предотвращения и устранения рисков, включая эргономичные рабочие процессы подъема, опускания, приседания и сгибания спины.

Подводя итог, можно сделать вывод, что работа пожарного требует выполнения множества разнообразных действий и принятия различных неудобных поз. Проведенный анализ показывает, что некоторые аспекты эргономики работы зависят друг от друга.

Эффект от использования БОП и другой индивидуальной защиты ухудшается при тушении лесных пожаров [21]. При тушении лесных пожаров, в дополнение к весу различных инструментов и экстремальным неблагоприятным условиям, дополнительное использование комплекта СИЗ, вопреки здравому смыслу, увеличивает тепловую нагрузку пожарного на лесной местности [21]. Следовательно, это ограничивает эффективность работы пожарных [21].

Что касается изготовления, куртка и брюки имеют теплозащитные свойства, включая огнестойкую внешнюю оболочку, влагозащитный слой и термоизоляционную подкладку. Это изолированное состояние при тушении лесного пожара может привести пожарного к тепловому удару и сердечно-сосудистым нарушениям, приводящим к смерти пожарных при исполнении служебных обязанностей [21].

Травмы, связанные со спецобувью СИЗ: конструкционная противопожарная обувь может прямо или «косвенно повышать утомляемость пожарных и риск травм из-за чрезмерного использования или изменения цикла походки и увеличения метаболических потребностей. Например, исследователи обнаружили более высокую частоту сердечных сокращений» [20], связанную с ношением резиновых сапогов, чем кожаных [20]. «Кожаные и резиновые сапоги являются двумя наиболее часто используемыми типами ботинок. Резиновые сапоги могут весить до 4,4 кг, что добавляет дополнительный вес к и без того тяжелой одежде и снаряжению пожарного и приводит к более значительной мышечной усталости» [20].

Кроме того, многочисленные исследования показали, что плохая посадка сменных ботинок, таких как высокая подошва, является основной причиной изменений походки и ухудшает безопасность при тушении пожаров [18], например, высота сапог может ограничивать пожарных в сгибании ног [19]. Для защиты пожарных от столкновения необходимы жесткие материалы, такие как рифленая подошва, металлические накладки. Кроме того, жесткие материалы в сочетании с некачественной конструкцией могут привести к нарушению функции стопы, изменению походки и высокому сопротивлению сгибанию [20].

Рекомендации исследователей по «улучшению конструкции противопожарной обуви включают снижение веса и громоздкости, а также повышение гибкости противопожарной обуви. Более того, поскольку пожарным трудно одевать и снимать обувь, были предложены две вертикальные молнии с обеих сторон или съемная конструкция для быстрого снятия и надевания. Однако немногие исследования противопожарных ботинок были сосредоточены на снижении биомеханики тела и эргономических проблем, связанных с дизайном ботинок» [16].

«Защитные перчатки защищают пожарных от острых предметов, жидкостей, пламени и высокой температуры» [16]; таким образом, перчатки пожарных должны соответствовать особым требованиям к посадке, конструкции и материалам, таким как внешняя оболочка, влагозащитный и тепловой барьер [15]. Что касается подгонки, перчатки пожарных должны соответствовать размерам и форме рук пожарных [16], «поскольку подгонка перчаток пожарных влияет на основные операции при пожаротушении и защиту пожарных» [18]. «Например, плотно прилегающая перчатка может ограничивать кровообращение в пальцах и повышать риск получения ожогов и обморожений» [15]. Напротив, свободно сидящие перчатки могут препятствовать выполнению задач, требующих ловкости пальцев и захвату [18].

В целом, среди производителей отсутствует сложная и согласованная

система определения размеров.

Вывод по разделу.

В разделе проведён анализ и оценка эргономических характеристик рабочего места участников тушения пожара.

Как упоминалось ранее, профессиональная деятельность пожарного может быть источником многих нарушений в функционировании его организма. Понимание различных видов деятельности, связанных с работой пожарного, и частоты их выполнения может сыграть важную роль в прогнозировании реальных рисков для здоровья, связанных с выполнением этого вида профессиональной деятельности. Соответственно, в этом исследовании был проведен анализ отдельных элементов эргономики работы в группе польских пожарных.

Пожарные, в зависимости от вида опасности, используют различные виды оборудования, такие как: лестницы, пожарные домкраты, СИЗОД, спасательно-технические средства (например, гидравлические ножницы и разжимы, пневматические подушки).

Работа в пожарной службе предполагает различные виды деятельности и положения тела, которые могут способствовать возникновению различного рода проблем со здоровьем, особенно в опорно-двигательном аппарате.

В этом обзоре обобщены травмы пожарных, связанные с их СИЗ, и недостатки существующих средств индивидуальной защиты при пожаре. В нем были выявлены основные барьеры на пути эффективной защиты пожарного и эффективных действий при пожаротушении. Первым препятствием является тяжелая и громоздкая экипировка для работы.

3 Рекомендации по улучшению эргономических характеристик рабочего места

Правильно подобранная одежда повышает способность пожарных выполнять рабочие задачи [19]. «Слишком тесная одежда может ограничивать движения, в то время как слишком свободная одежда может препятствовать движениям пожарного и повышать вероятность получения им травм. Однако может быть трудно добиться надлежащей посадки, если одежда не подходит» [19] по размеру. Размер и вес одежды пожарного в значительной степени влияют на работоспособность [20]. Например, куртка и брюки для явки с повинной меньшего размера влияют на сгибание бедер, уменьшая средний подвижность пожарного примерно на 24%.

Плохо подогнанные комплекты одежды для явки могут ограничивать движения тела пожарных и создавать им дискомфорт. «Защитная одежда должна быть умеренно свободного покроя, чтобы между телом и одеждой оставалось соответствующее пространство. Этот тип помещений представляет собой зону микроклимата, которая обеспечивает тепловой слой для изоляции пожарных от термических опасностей» [20].

Исследуемая научная литература подтверждает, что положения тела и движения влияют на опорно-двигательный аппарат, включая позвоночник [18]. Хорошо известно, что в патогенезе и персистенции проблем со скелетом длительная и повторяющаяся нагрузка играет важную роль [19]. Соответственно, дальнейшая часть исследования была сосредоточена на оценке частоты выполнения различных видов деятельности и принятия определенных положений тела на работе. Исследование показало, что все респонденты обычно работали в положении стоя с наклоном во время пожаротушения и спасательных работ. Различные элементы пожарно-спасательных действий в работе пожарного выполняются в положении стоя. Они заключаются в тушении пожара и включают в себя такие действия, как разматывание огнетушащего трубопровода, управление струей воды и

эвакуация пострадавших. Эти задачи часто требуют активации верхних конечностей при использовании спасательного и противопожарного оборудования [19]. Из доступной литературы известно, что поддержание положения с поясничным сгибанием, включая положение стоя, вызывает ненормальную нагрузку на позвоночник [17]. Если человек дополнительно удерживает вес в вытянутых вперед руках в этом положении, силы, действующие на позвоночник, увеличиваются [18]. Приказ Министерства внутренних дел и администрации от 17 ноября 1997 года регулирует индивидуальные нормы подъема тяжестей. Одному пожарному запрещается поднимать и переносить предметы весом более 50 кг [20].

Возникают ситуации, в ходе которых спасатель самостоятельно эвакуирует пострадавшего. Тогда нагрузка на пожарного значительно превышала допустимые 50 кг [18].

Для снижения нагрузки пожарного обмундирования и пожарно-спасательного оборудования на позвоночник участников тушения пожаров предлагается рассмотреть возможность использования экзоскелетов.

Приведена классификация существующих экзоскелетов, рассмотрены варианты их возможного применения. В «результате вычислительно-аналитических и практических исследований разработана концепция противопожарного экзоскелета-насадки для упрощения оперативной работы насадки во время пожара. Практическое применение экзоскелета-насадки пожарного позволяет нормализовать условия работы, высвободить три боевые единицы личного состава, повысить эффективность тушения пожара» [17]. В настоящее время во многих развитых странах мира продолжают опытно-конструкторские работы по созданию экзоскелетов различного назначения, начатые в 60-х годах прошлого века. Экзоскелет – это роботизированное устройство, которое повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при его движениях.

«Первый экзоскелет, разработанный в 1966 году, принадлежит всемирно известным фирмам General Electric и United States military. Экзоскелет G.E.

Hardiman был изготовлен совместно этими компаниями и был способен поднимать 110 кг при усилии, приложенном для подъема 4,5 кг, но из-за значительного веса в 680 кг оказался непрактичным и не нашел применения» [9].

«Существующие экзоскелеты используются в различных областях человеческой деятельности, включая медицину, ортопедию, военное дело, погрузочно-разгрузочные работы, спасательные операции, спорт, защиту от высоких температур и вредных сред, управление сложными процессами и аватарами, а также тушение пожаров» [9].

«Применительно к применению в различных сферах деятельности человека экзоскелеты систематизированы по следующим классификационным признакам: область применения, тип управления, обратная связь, вид управляемых датчиков, тип привода и его датчика, тип рабочего органа, вид источника энергии» [9], тип соединения мотор-редуктор, тип редуктора привода.

В 2015 году профессор А.А. Воробьев и его соавторы предложили следующие основные классификационные признаки экзоскелетов: тип исполнительного механизма, наличие шарнира и привода усиления, «анатомическое расположение усиленных суставов, наличие встроенного источника энергии, тип используемого силового привода, способ получения управляющего сигнала, тип силовой установки и источника энергии, область практического применения. Современная классификация экзоскелетов основана на следующих семи характеристиках: источник энергии и принцип действия привода, точка применения (локализация), условная стоимость, область применения, вес конструкции, количество функций и мобильность всего устройства» [19].

Выделяются:

- пассивные и активные экзоскелеты;
- экзоскелеты верхних конечностей, нижних конечностей, костюмы-экзоскелеты;

- легкие (до 5 кг), средняя весовая категория (от 5 до 30 кг), тяжелые экзоскелеты (> 30 кг);
- мобильные и стационарные экзоскелеты [20].

Из существующих в настоящее время экзоскелетов пожарных устройство Advanced Firefighting Apparatus (AFA) (рисунок 1) заслуживает внимания [3].



Рисунок 1 – Противопожарный экзоскелет AFA р

«Экзоскелет AFA обеспечивает пожарному дополнительную мощность для ходьбы, контроля и переноски грузов весом до 100 кг. Все устройство весит около 23 кг. Экзоскелет AFA оснащен эффективными «шарнирами». Две электрические батареи обеспечивают бесперебойную работу противопожарного экзоскелета в течение 2 часов [9]. Не менее интересным является противопожарный экзоскелет Auberon (рисунок 2), разработанный специализированным производителем автомобилей Trigen Automotive в Сингапуре» [9].



Рисунок 2 – Противопожарный экзоскелет Auberon Pneumatic Exoskeleton

«Существуют и другие версии противопожарных экзоскелетов, оснащенных различными устройствами, которые позволяют выполнять ряд эксплуатационных функций, включая подачу струй пожаротушения» [9] (рисунок 3).



Рисунок 3 – Тушение пожара пожарным экзоскелетом, оснащенным стволом и рукавом высокого давления

Существующие конструкции противопожарных «экзоскелетов, наряду с вышеупомянутыми преимуществами и широкими возможностями, отягощены некоторыми недостатками, к которым, прежде всего, следует отнести повышенный вес всего устройства. Это связано с отсутствием подходящих легких, но достаточно прочных материалов для изготовления жесткого каркаса и надежного привода. Титановые сплавы, композиции из углеродного стекловолокна и другие пригодные для изготовления каркаса новые материалы по-прежнему довольно дороги» [9].

Не менее серьезным недостатком конструкции противопожарных экзоскелетов является «довольно ограниченный в часах срок автономной работы используемых в настоящее время источников питания, в частности, аккумуляторных батарей, баллонов с кислородом и емкостей со сжатым воздухом. Возможные альтернативные источники энергии, такие как двигатели внутреннего сгорания, электрохимические топливные элементы и солнечные батареи, также не решают проблему положительно» [9].

Особой проблемой при проектировании противопожарных экзоскелетов являются «сервоприводы, поскольку стандартные гидроцилиндры имеют значительный вес, недостаточно высокую эксплуатационную надежность и требуют разветвленной сети шлангов и трубок, работающих под давлением, гидравлического насоса и бака с рабочей жидкостью. Пневматические приводы более надежны в эксплуатации, но не точны с точки зрения обработки движений, поскольку сжатый газ подпружинен, и реактивные силы приводят в действие приводы без необходимости» [9].

Недостатком конструкции существующего противопожарного экзоскелета также является «несовершенный контроль и регулирование чрезмерных и нежелательных движений пожарных, работающих в экзоскелете» [9].

Исполнительные механизмы экзоскелета пожарного должны приводиться в действие быстроразъемными баллонами со сжатым воздухом, которые «выводятся на место пожара с необходимым запасом. Усилие

механизма, удерживающего руку со стволом, должно быть не менее 6 кН, что соответствует максимальному значению реакции огнетушащей струи, формируемой стволом. Пневматическому приводу важно обеспечивать точность обработки движений и плавную работу исполнительных механизмов за счет уравнивания реактивных сил» [9].

Чтобы изолировать дыхание пожарного от вредной окружающей среды, пожарный-экзоскелет-насадка должен быть оснащен «устройством для изоляции сжатого воздуха, которое более безвредно для здоровья человека и менее взрывоопасно при эксплуатации, чем кислородная маска» [9].

С целью увеличения количества подаваемых огнетушащих веществ в два раза, «высвобождения трех насадок при пожаре и повышения вертикальной устойчивости работа целесообразно оснастить экзоскелет-насадку двумя стволами, закрепленными на левой и правой руках» [9].

В целях обеспечения безопасности эксплуатации противопожарного экзоскелета-форсунки, последний должен иметь «выносную опору, которая вместе с опорными упорами создает удерживающий момент не менее 1,5 кН×м, превышающий максимальный опрокидывающий момент от реакции двух огнетушащих струй, придавая всему роботизированному устройству необходимую вертикальную устойчивость» [9].

Противопожарный экзоскелет-насадка для пожарного должна иметь «расширенные функции, весить около 30 кг и по размерам соответствовать основному назначению пожарного машинного отделения» [9]. При этом стоимость полностью оснащенного роботизированного устройства должна укладываться в среднюю ценовую категорию, то есть 1000000 руб.

Кроме того, экзоскелет-насадка пожарного должен быть оснащен «механизмом, позволяющим насадке быстро избавиться от экзоскелета в случае необходимости» [9].

«При разработке пожарного экзоскелета-насадки следует учитывать существующие рекомендации по созданию роботизированных устройств и использовать разработанные математические модели экзоскелетов,

увеличивающие мышечную силу человека и координирующие его возможности с движением исполнительных механизмов» [9, 10].

Следуя разработанной концепции, при диаметре левого и правого стволов около 24 мм каждый, экзоскелет-насадка пожарного сможет подавать не менее 30 литров огнетушащих веществ в секунду для тушения пожара с помощью пожарной машины средней грузоподъемности, выполняющей функции высокопроизводительного мобильного лафета.

При такой производительности установленных стволов экзоскелет пожарного сможет потушить открытый пожар на площади около 1000 м².

При затяжном пожаре необходимо организовать пункты отдыха с питьевой водой, обогревом, а зимой – с заменой мокрой одежды.

Участники, прибывающие в пункт отдыха, снимают свои средства индивидуальной защиты. Любой участник, у которого частота пульса превышает 120, будет зарегистрирован и отслеживаться в пункте отдыха. Участник приступит к профилактике обезвоживания и отдохнет, через 20 минут его повторно проверят на частоту пульса. Если после 20 минут отдыха и гидратации у участников тушения пожара в пункте отдыха пульс по-прежнему превышает 120 ударов в минуту или имеются признаки и симптомы обезвоживания, то им будут проведены соответствующие медицинские мероприятия.

Персонал пункта отдыха предоставит дополнительные охлаждающие устройства (активное и / или пассивное охлаждение или согревание в зависимости от типа и климатических условий), жидкости и электролитов для восполнения их потери организмом, а также необходимое количество питательных веществ.

Медицинское обслуживание и транспортировка – этой функцией будут заниматься экипажи скорой помощи. Здесь участники получают оценку и лечение от перенапряжения и травм. Назначенные бригады будут следовать стандартному протоколу и информировать руководителя пункта отдыха о необходимости направления в медицинском лечении и требованиях к

транспортировке персонала в связи с физическим состоянием.

Время прибытия и убытия участников тушения пожара в пункт отдыха или покидающих его, должно отслеживаться с учетом показателей жизнедеятельности. Любой сотрудник, требующий дальнейшего обследования в течение 20 минут, будет задокументирован в отчете а при оказании неотложной медицинской помощи должна быть сформирована повторная запись о проведенных мероприятиях в медицинскую карту сотрудника.

Вывод по разделу.

В разделе представлены предложения по оптимизации эргономических показателей на рабочем месте, оценке состояния здоровья работников.

В разделе предложено при затяжном пожаре организовать пункты отдыха с питьевой водой, обогревом, а зимой – с заменой мокрой одежды, а также. Участники тушения, прибывающие в пункт отдыха, снимают свои средства индивидуальной защиты. Любой участник, у которого частота пульса превышает 120, будет зарегистрирован и отслеживаться в пункте отдыха. Участник приступит к профилактике обезвоживания и отдохнет, через 20 минут его повторно проверят на частоту пульса. Если после 20 минут отдыха и гидратации у участников тушения пожара в пункте отдыха пульс по-прежнему превышает 120 ударов в минуту или имеются признаки и симптомы обезвоживания, то им будут проведены соответствующие медицинские мероприятия.

Персонал пункта отдыха предоставит дополнительные охлаждающие устройства (активное и / или пассивное охлаждение или согревание в зависимости от типа и климатических условий), жидкости и электролитов для восполнения их потери организмом, а также необходимое количество питательных веществ.

Медицинское обслуживание и транспортировка – этой функцией будут заниматься экипажи скорой помощи. Здесь участники получают оценку и лечение от перенапряжения и травм. Назначенные бригады будут следовать

стандартному протоколу и информировать руководителя пункта отдыха о необходимости направления в медицинском лечении и требованиях к транспортировке персонала в связи с физическим состоянием.

Время прибытия и убытия участников тушения пожара в пункт отдыха или покидающих его, должно отслеживаться с учетом показателей жизнедеятельности. Любой сотрудник, требующий дальнейшего обследования в течение 20 минут, будет задокументирован в отчете а при оказании неотложной медицинской помощи должна быть сформирована повторная запись о проведенных мероприятиях в медицинскую карту сотрудника.

Предложено также в дальнейшем внедрять роботизированные устройства, которое повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при его движениях. Профессиональные экзоскелеты стратегически спроектированы так, чтобы снизить риск травм спины и плеч. Их цель – оказать поддержку работникам и повысить общую безопасность на рабочем месте, особенно в ситуациях, когда традиционные эргономические меры невозможны.

4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [5] произведём оценку профессиональных рисков [6] для рабочих мест:

- пожарного;
- спасателя;
- водителя.

Процесс оценки рисков требует простых шагов:

- а) классифицировать процессы и трудовую деятельность;
- б) определить все соответствующие опасности;
- в) оценивать риск, связанный с каждой опасностью, путем расчета или оценки:
 - 1) вероятность возникновения опасности,
 - 2) тяжести каждой опасности;
- г) определить дополнительные меры контроля (включая изменение / модернизацию существующих мер контроля), если это необходимо;
- д) оценить риск после определения дополнительных мер контроля, чтобы получить остаточный риск.

Реестр рисков на рабочих местах пожарного представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Реестр рисков на рабочих местах пожарного

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот

Продолжение таблицы 2

Опасность	ID	Опасное событие
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.5	Падение с транспортного средства
Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
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	11.1.	Развитие гипоксии или удушья из-за вытеснения его другими газами или жидкостями
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
	13.3	Тепловой удар при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	13.4	Тепловой удар при длительном нахождении вблизи открытого пламени
	13.5	Ожог кожных покровов и слизистых оболочек вследствие воздействия открытого пламени
	13.6	Ожог роговицы глаза
Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.8	Тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру
	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру

Продолжение таблицы 2

Опасность	ID	Опасное событие
Охлажденная поверхность, охлажденная жидкость или газ	14.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма, обморожение мягких тканей из-за контакта с поверхностью, имеющую низкую температуру, с охлажденной жидкостью или газом
Высокая влажность окружающей среды, в рабочей зоне, в том числе, связанная с климатом (воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости)	15.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма
Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1.	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
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	23.1.	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды

Реестр рисков на рабочих местах спасателя представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр рисков на рабочих местах спасателя

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности

Продолжение таблицы 3

Опасность	ID	Опасное событие
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
	3.5	Падение с транспортного средства
Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
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	11.1.	Развитие гипоксии или удушья из-за вытеснения его другими газами или жидкостями
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
	13.3	Тепловой удар при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	13.4	Тепловой удар при длительном нахождении вблизи открытого пламени
	13.5	Ожог кожных покровов и слизистых оболочек вследствие воздействия открытого пламени
	13.6	Ожог роговицы глаза
Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.8	Тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру

Продолжение таблицы 3

Опасность	ID	Опасное событие
Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру
Охлажденная поверхность, охлажденная жидкость или газ	14.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма, обморожение мягких тканей из-за контакта с поверхностью, имеющую низкую температуру, с охлажденной жидкостью или газом
Высокая влажность окружающей среды, в рабочей зоне, в том числе, связанная с климатом (воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости)	15.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма
Высокая или низкая скорость движения воздуха, в том числе, связанная с климатом	16.1	Заболевания вследствие перегрева или переохлаждения организма
	16.2	Травмы вследствие воздействия высокой скорости движения воздуха
Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1.	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
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
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды
Насилие от враждебно настроенных работников /третьих лиц	28.1.	Психофизическая нагрузка

Реестр рисков на рабочих местах водителя представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Реестр рисков на рабочих местах водителя

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
Высокая влажность окружающей среды, в рабочей зоне, в том числе, связанная с климатом (воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости)	15.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма
Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1.	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды
Насилие от враждебно настроенных работников /третьих лиц	28.1.	Психофизическая нагрузка

«В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 по результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется анкета» [9]. Анкета рисков по исследуемым рабочим местам представлена в таблицах 5-7.

Таблица 5 – Анкета рисков на рабочем месте пожарного

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, A	Коэффициент, A	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Пожарный	3	3.1	4	4	2	2	8	Низкий
		3.2	4	4	3	3	12	Средний
		3.4	3	3	2	2	6	Низкий
	6	6.1	2	2	5	5	10	Средний
	7	7.1	2	2	4	4	8	Низкий

Продолжение таблицы 5

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Пожарный	7	7.2	4	4	4	4	16	Средний
	9	9.1	3	3	3	3	9	Средний
		9.5	3	3	3	3	9	Средний
	10	10.1	3	3	3	3	9	Средний
	11	11.1	1	1	3	3	3	Низкий
	12	12.1	2	2	2	2	4	Низкий
		12.3	2	2	2	2	4	Низкий
	13	13.1	4	4	3	3	12	Средний
		13.3	3	3	3	3	9	Средний
		13.4	3	3	2	2	6	Низкий
		13.5	4	4	3	3	12	Средний
		13.6	4	4	3	3	12	Средний
		13.8	4	4	3	3	12	Средний
	13.9	4	4	3	3	12	Средний	
	14	14.1	3	3	2	2	6	Средний
	15	15.1	3	3	3	3	9	Средний
	22	22.1	3	3	3	3	9	Средний
	23	23.1	3	3	3	3	9	Средний
	27	27.1	4	4	5	5	20	Высокий
		27.6	2	2	5	5	10	Средний

Таблица 6 – Анкета рисков на рабочем спасателя

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Спасатель	3	3.1	4	4	2	2	8	Низкий
		3.2	4	4	3	3	12	Средний
		3.4	3	3	2	2	6	Низкий
	6	6.1	2	2	5	5	10	Средний
	7	7.1	2	2	4	4	8	Низкий
		7.2	4	4	4	4	16	Средний
	9	9.1	3	3	3	3	9	Средний
		9.5	3	3	3	3	9	Средний
	10	10.1	3	3	3	3	9	Средний
	11	11.1	1	1	3	3	3	Низкий
	12	12.1	2	2	2	2	4	Низкий
		12.3	2	2	2	2	4	Низкий
	13	13.1	4	4	3	3	12	Средний
		13.3	3	3	3	3	9	Средний
		13.4	3	3	2	2	6	Низкий

Продолжение таблицы 6

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Спасатель	13	13.5	4	4	3	3	12	Средний
	14	14.1	3	3	2	2	6	Средний
	15	15.1	3	3	3	3	9	Средний
	22	22.1	3	3	3	3	9	Средний
	23	23.1	3	3	3	3	9	Средний
	27	27.1	4	4	5	5	20	Высокий
		27.6	2	2	5	5	10	Средний

Таблица 7 – Анкета рисков на рабочем месте водителя

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Водитель	3	3.1	3	3	2	2	6	Низкий
		3.2	3	3	2	2	6	Низкий
	7	7.2	4	4	4	4	16	Средний
	15	15.1	3	3	3	3	9	Средний
	22	22.1	2	2	3	3	6	Низкий
	27	27.6	2	2	5	5	10	Средний
	28	28.1	2	2	3	3	6	Низкий

Оценка вероятности представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка вероятности

Степень вероятности	Характеристика	Коэффициент, А
1 Весьма маловероятно	«Практически исключено» [6] «Зависит от следования инструкции» [6] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [6]	1
2 Маловероятно	«Сложно представить, однако может произойти» [6] «Зависит от следования инструкции» [6] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [6]	2
3 Возможно	«Иногда может произойти» [6] «Зависит от обучения (квалификации)» [6] «Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая» [6]	3

Продолжение таблицы 8

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
4	Вероятно	«Зависит от случая, высокая степень возможности реализации» [6] «Часто слышим о подобных фактах» [6] «Периодически наблюдаемое событие» [6]	4
5	Весьма вероятно	«Обязательно произойдет» [6] «Практически несомненно» [6] «Регулярно наблюдаемое событие» [6]	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 9.

Таблица 9 – 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)» [6] «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [6] «Авария. Пожар» [6]	5
4	Крупная	«Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [6] «Профессиональное заболевание» [6] «Инцидент» [6]	4
3	Значительная	«Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [6] «Инцидент» [6]	3
2	Незначительная	«Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [6]. «Инцидент. Быстро потушенное загорание» [6]	2
1	Приемлемая	«Без травмы или заболевания» [6] «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [6]	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1.

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [7].

Меры управления рисками, связанными с высотой рабочего места представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Меры управления рисками

Опасность	Меры управления риском
«Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [5]	«Выполнение требований приказа по ОТ, использование средств защиты при работе на высоте» [5]
«Травма в результате заваливания или раздавливания» [5]	«Контроль состояния конструкций, определение сигналов отхода» [5]
«Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия» [5]	«Проведение занятий с водительским составом, использование звуковых сигналов, ограничение скорости движения» [5]
«Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [5]	«Выполнение требований приказа по ОТ, использование средств защиты рук» [5]
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [5]	«Контроль со стороны РТП отключения электроснабжения аварийными службами» [5]
«Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды» [5]	«Контроль среды при помощи газоанализатора, применение искробезопасного инструмента» [5]

Вывод по разделу.

В разделе разработаны мероприятия по снижению профессиональных рисков.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Оценка антропогенной нагрузки КУ «Центроспас-Югория» на окружающую среду представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Антропогенная нагрузка учреждения на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
КУ «Центроспас-Югория»	Подразделение	Газообразные	Бытовые сточные воды	Органические, коммунальные
Количество в год		0,11 т	620,50 м ³	42,10 т

Пожарно-спасательная часть КУ «Центроспас-Югория» воздействует на окружающую среду при работах по тушению пожаров. «Сточные воды от пожара могут оказывать воздействие на окружающую среду, а могут и не оказывать, в зависимости от продолжительности воздействия, способа передачи в окружающую среду и восприимчивости рецептора» [18].

«Краткосрочное воздействие пожаров на окружающую среду в основном относится к местной окружающей среде в зоне распространения пожаров и зоне стока воды» [18].

«Долгосрочное воздействие на окружающую среду, возникающее в результате опасностей, связанных с пожаром, будет рассматриваться как воздействие, которое не ощущается или не осознается немедленно. Примером этого является воздействие эрозии после лесного пожара, потому что это происходит через месяцы или годы после того, как пожар был локализован. Эти последствия сосредоточены в месте (ах), где произошел пожар, или на относительно небольшом расстоянии от него, но существуют исключения, основанные на пути распространения опасностей. Были идентифицированы следующие загрязняющие вещества, оказывающие определенное долгосрочное воздействие: металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) и

полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД), полибромированные дибензодиоксины (ПБДД), полихлорированные дифенилы (ПХБ) и перфторированные соединения (ПФУ)» [18].

Согласно требованиям Приказа министерства природных ресурсов и экологии РФ от 15.03.2024 № 173 [8] определим, соответствуют ли технологии КУ «Центроспас-Югория» наилучшим доступным. Сведения о применяемых на объекте технологиях и соответствие наилучшей доступной технологии представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Сведения о применяемых на объекте технологиях [8]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	КУ «Центроспас-Югория»	Очистка сточных вод	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень загрязняющих веществ

Номер	Наименование загрязняющего вещества
1	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)
2	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
3	Углерод оксид
4	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)
5	Взвешенные вещества
6	Пыль неорганическая: 70- 20% 8102
7	Азот (II) оксид
8	Углерод (Сажа)

Отчёт по производственному экологическому контролю на предприятии представлен в таблицах 14-16.

Таблица 14 – 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							
1	Здание пожарной части	1	Вентиляционная труба	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	0,000215	0,000215	–	20.02.2023	–	–
				Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,000351	0,000351	–	20.02.2023	–	–
				Углерод оксид	0,003108	0,003108	–	20.02.2023	–	–
				Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0,000007	0,000007	–	20.02.2023	–	–

Продолжение таблицы 14

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	Вытяжное устройство от ДВС автомобилей	2	Пожарная техника	Взвешенные вещества	0,000356	0,000356	–	20.02.2023	–	
				Пыль неорганическая: 70-20% 8102	0,000238	0,000238	–	20.02.2023	–	
				Азота диоксид	0,0001564	–	–	20.02.2023	–	
				Азот (II) оксид	8,0E-5	8,0E-5	–	20.02.2023	–	
				Углерод (Сажа)	0,00092	–	–	20.02.2023	–	
				Углерод оксид	0,0070288	–	–	20.02.2023	–	

Таблица 15 – 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 очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	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			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			проектный	допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Очистные сооружения отсутствуют												

Таблица 16 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления

Но мер стро ки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацион ному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Обр азова 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	«Лампы ртутные, ртутно- кварцевые, люминесцентн ые» [7]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,002	0	0	0,002
2	«Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированн ый (исключая крупногабарит ный)» [7]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	50,500	0	50,500	0
3	«Смет с территории предприятия» [7]	7 33 390 01 71 4	4	0	0	120,000	0	120,000	0

Продолжение таблицы 16

Но мер стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацион ному 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
4	«Отходы бумаги и картона» [7]	4 05 122 02 60 5	5	0	0	0,500	0	0,500	0
Но ме р стр оки	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	0,002	–	0,002	–	–	–			
2	50,500	–	50,500	–	–	–			
3	120,000	–	120,000	–	–	–			
4	0,500	–	0,500	–	–	–			

Продолжение таблицы 16

Но ме р стр ок и	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	0,044	0	0,044	0	0	0	0
2	267,3	0	267,3	0	0	0	0
3	47,895	0	47,895	0	0	0	0
4	0,014	0	0,014	0	0	0	0

Вывод по разделу.

Основные экологические последствия, обусловленные возникновением аварийных ситуаций: загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения и пылью, а также – загрязнение почв на территориях возникновения пожаров продуктами горения; уничтожение растительности.

Для уменьшения выноса загрязнений с территорий в дождевом стоке при эксплуатации должны производиться следующие мероприятия:

- исключение сбросов в дождевую канализацию отходов производства и нефтепродуктов;
- регулярная уборка территории с максимальной механизацией уборочных работ;
- проведение своевременного ремонта дорожных покрытий;
- ограждение бордюрами зон озеленения;
- контроль состояния автотранспорта.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

КЧС и ОПБ КУ «Центроспас-Югория» включает в свой состав председателя, двух заместителей председателя, секретаря и членов комиссии.

Общее руководство КЧС и ОПБ осуществляет руководитель учреждения.

Председателем КЧС и ОПБ назначается приказом начальника КУ «Центроспас-Югория» главный инженер или один из заместителей начальника.

Состав комиссии утверждается начальником КУ «Центроспас-Югория» по представлению председателя КЧС и ОПБ [2].

Состав членов комиссии формируется из числа руководящих работников КУ «Центроспас-Югория».

В случае необходимости к работе в комиссии привлекаются другие работники из числа начальников структурных подразделений КУ «Центроспас-Югория».

Мобилизация КЧС и ОПБ Общества осуществляется в течение следующего времени:

- в рабочее время – до 30 мин.;
- в нерабочее время летом – до 1 час 30 мин.;
- в нерабочее время зимой – до 2 часов.

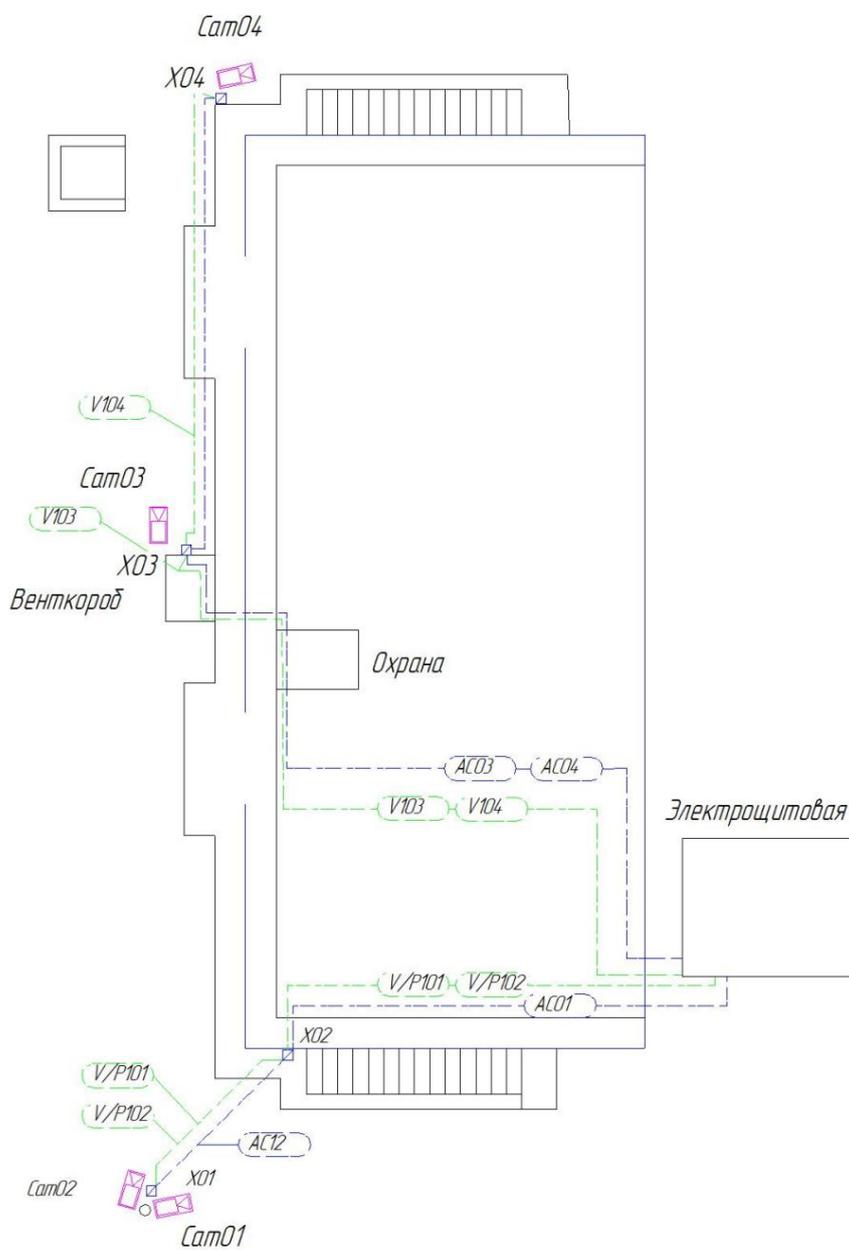
Мобилизация КЧС и ОПБ учреждения осуществляется в течение следующего времени:

- в рабочее время – до 30 мин.;
- в нерабочее время летом – до 1 часа;
- в нерабочее время зимой – до 1 часа 30 мин.

Вся информация СМИ передается только через уполномоченного по связям со СМИ.

Для предотвращения несанкционированного доступа, своевременной информации о таковом, на объекте предусматривается оборудование всех

зданий системой охранной и тревожной сигнализации, системой охранного наблюдения, схема которого представлена на рисунке 3.



Условные обозначения

- | | | | | |
|---|--------|-----------------------------|---|-----------------------------|
|  | Cam... | Фиксированная видеочамера |  | линия электроснабжения 220V |
|  | XP... | Коробка коммутационная IP54 |  | линии передачи видеосигнала |

Рисунок 4 – Система охранного наблюдения

Система оповещения ГО и ЧС на объекте предусмотрена локальной

системой оповещения (предприятие является потенциально опасным объектом), которая является составной частью нижнего звена Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [3].

Система оповещения базируется на уже существующих системах связи, оповещения и осуществляется по имеющимся каналам (местная, городская, внутренняя и мобильная связь).

Паспорт безопасности представлен в приложении А.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что в зависимости от характера возникшей ЧС(Н), по решению Председателя КЧС и ОПБ, к работе в составе Комиссии кроме указанных лиц может привлекаться и другой руководящий и инженерно-технический персонал КУ «Центроспас-Югория», а также специалисты других организаций и государственных органов (по согласованию), не входящие в состав, но необходимые в работе.

Общие обязанности для всех членов КЧС и ОПБ:

- по прибытии на место работы КЧС и ОПБ зарегистрироваться у уполномоченного по связям со СМИ;
- не допускать передачу какой-либо информации об АСР без разрешения председателя КЧС и ОПБ.

Для предотвращения несанкционированного доступа, своевременной информации о таковом, на объекте предусматривается оборудование всех зданий системой охранной и тревожной сигнализации, системой охранного наблюдения.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе представлены предложения по оптимизации эргономических показателей на рабочем месте, оценке состояния здоровья работников.

Предложено внедрять роботизированные устройства, которое повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при его движениях.

Профессиональные экзоскелеты стратегически спроектированы так, чтобы снизить риск травм спины и плеч. Их цель – оказать поддержку работникам и повысить общую безопасность на рабочем месте, особенно в ситуациях, когда традиционные эргономические меры невозможны.

План мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 17.

Таблица 17 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Закупка экзоскелетов	Январь 2025 года
Обучение работников работе в экзоскелетах для пожарных	Февраль 2025 года
Обучение руководящего состава организации пунктов отдыха на месте пожаров	Март 2025 года

Стоимость предложенных мероприятий представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Стоимость предложенных мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Закупка специальных роботизированных экзоскелетов для пожарных	2000000
Обучение работников работе в экзоскелетах для пожарных	10000
Обучение руководящего состава организации пунктов отдыха на месте пожаров	10000
Итого:	2020000

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для КУ «Центроспас-Югория» на 2026 год.

Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	Условные обозначения	Единицы измерения	2023	2024	2025
«Среднесписочная численность работающих» [14]	N	чел	1000	1000	1000
«Количество страховых случаев за год» [14]	K	шт.	1	0	0
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [14]	S	шт.	1	0	0
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [14]	T	дн	39	0	0
«Сумма обеспечения по страхованию» [14]	O	руб	150000	0	0
«Фонд заработной платы за год» [14]	ФЗП	руб	850000000	850000000	850000000
«Число рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда» [14]	q11	шт	-	1000	-
«Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда» [14]	q12	шт.	-	1000	-
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [14]	q13	шт.	-	489	-
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [14]	q21	чел	1000	1000	1000
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [14]	q22	чел	1000	1000	1000

Рассчитаем скидку на страхование работников по формуле 2:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{\text{стр}} + \frac{b_{\text{стр}}}{3} + \frac{c_{\text{стр}}}{3} \right)}{\left(\frac{a_{\text{вэд}} + \frac{b_{\text{вэд}}}{3} + \frac{c_{\text{вэд}}}{3} \right)} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (2)$$

Показатель $a_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле 3:

$$a_{\text{стр}} = \frac{O}{V}, \quad (3)$$

где « O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.);

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [14]:

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{\text{стр}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{стр}}$ – «страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [14].

$$V = \sum 2550000000 \cdot 0,002 = 5100000 \text{ руб}$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{150000}{5100000} = 0,03$$

Показатель $b_{\text{стр}}$ рассчитывается по формуле 5:

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{N}, \quad (5)$$

где K – «количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему;

N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [14];

$$b_{\text{стр}} = \frac{1 \cdot 1000}{1000} = 1$$

Показатель $c_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле 6:

$$c_{стр} = \frac{T}{S}, \quad (6)$$

где T – «число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему;

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [14].

$$c_{стр} = \frac{39}{1} = 39$$

Коэффициент q_1 рассчитывается по следующей формуле 7:

$$q_1 = \frac{(q_{11} - q_{13})}{q_{12}}, \quad (7)$$

где q_{11} – «количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

q_{12} – общее количество рабочих мест;

q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [14].

$$q_1 = \frac{1000 - 489}{1000} = 0,51$$

Коэффициент q_2 рассчитывается по следующей формуле 8:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}}, \quad (8)$$

где q_{21} – «число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года;

q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [14].

$$q_2 = \frac{1000}{1000} = 1$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,03}{0,31} + \frac{1}{1,34} + \frac{39}{62,21} \right)}{3} \right\} \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 100 \approx 26$$

Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 9:

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = t_{\text{стр}}^{\text{тек}} - t_{\text{стр}}^{\text{тек}} \cdot C, \quad (9)$$

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = 0,2 - 0,2 \cdot 0,26 = 0,14$$

Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году по формуле 10:

$$V^{\text{след}} = \Phi \text{ЗП}^{\text{тек}} \cdot t_{\text{стр}}^{\text{след}}, \quad (10)$$

$$V^{2025} = 850000000 \cdot 0,002 = 1700000 \text{ руб.}$$

$$V^{2026}=850000000 \cdot 0,0014=1190000 \text{ руб.}$$

Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году по формуле 11:

$$\Theta = V^{\text{тек}} - V^{\text{след}}, \quad (11)$$

$$\Theta = 1700000 - 1190000 = 510000 \text{ руб.}$$

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 12:

$$\Theta_r = \Theta - Z_{\text{ед}}, \quad (12)$$

где $Z_{\text{ед}}$ – «единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб.» [14].

$$\Theta_r = 510000 - 2020000 = -1510000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат рассчитаем по формуле 13.

$$T_{\text{ед}} = \frac{Z_{\text{ед}}}{\Theta_r} \quad (13)$$

$$T_{\text{ед}} = \frac{2020000}{510000} \approx 4 \text{ года}$$

«Коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности» [14] рассчитывается по формуле 14:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Ч_{\text{ис}} \cdot 1000}{ССЧ}, \quad (14)$$

где $Ч_{нс}$ – «число пострадавших от несчастных случаев на производстве до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности, чел.;

ССЧ – годовая среднесписочная численность работников до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности, чел.» [14].

$$K_{ч}^{баз} = \frac{1 \cdot 1000}{1000} = 1$$

$$K_{ч}^{пр} = \frac{0 \cdot 1000}{1000} = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности» [14] рассчитывается по формуле 15:

$$K_m = \frac{D_{нс}}{Ч_{нс}}, \quad (15)$$

где $D_{нс}$ – «количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности, дн.» [14].

$$K_T^{баз} = \frac{39}{1} = 39$$

$$K_T^{пр} = 0$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма ($\Delta K_{ч}$)» [14] рассчитывается по формуле 16:

$$\Delta K_{ч} = 100 - \frac{K_{ч2}}{K_{ч1}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $K_{ч1}$, $K_{ч2}$ – «коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности» [14].

$$\Delta K_q = 100 - \frac{0}{1} \cdot 100 = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма (ΔK_T)» [14]
рассчитывается по формуле 17:

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_{m2}}{K_{m1}} \cdot 100, \quad (17)$$

где K_{T1} , K_{T2} – «коэффициент тяжести травматизма до и после проведения мероприятий по обеспечению производственной безопасности» [14].

$$\Delta K_m = 100 - \frac{0}{39} \cdot 100 = 100$$

Вывод по разделу.

В разделе определено, что за счёт повышения общей безопасности на рабочем месте, особенно в ситуациях, когда традиционные эргономические меры невозможны при помощи экзоскелетов для пожарных и организации пункты отдыха при затяжном пожаре КУ «Центроспас-Югория» за счёт снижения затрат, связанные с гибелью и травмирование персонала эффект составит 510000 руб., окупаемость единовременных затрат составит 4 года.

Заключение

В первом разделе проводилась эргономическая оценка рабочих мест, включая пространственную организацию, СИЗ и функциональное состояние систем организма.

В первом разделе определено, что неправильная посадка, особенно в нижней части тела, приводит к снижению подвижности. Промежность неизменно является самой неподходящей зоной, вызывающей наибольшее недовольство пожарных. В результате в области промежности пожарным приходится вносить наибольшие изменения в движения из всей системы защитных костюмов. С точки зрения дизайна известно, что промежность обеспечивает наибольшее движение, когда промежностный шов плотно прилегает к телу, прямо на верхней части бедра. Следовательно, имеет смысл, что если брюки неподходяще подогнаны или не находятся в нужном месте или на неправильной высоте, то движение ограничено.

Во втором разделе проведён анализ и оценка эргономических характеристик рабочего места участников тушения пожара.

Как упоминалось ранее, профессиональная деятельность пожарного может быть источником многих нарушений в функционировании его организма. Понимание различных видов деятельности, связанных с работой пожарного, и частоты их выполнения может сыграть важную роль в прогнозировании реальных рисков для здоровья, связанных с выполнением этого вида профессиональной деятельности. Соответственно, в этом исследовании был проведен анализ отдельных элементов эргономики работы в группе польских пожарных.

Пожарные, в зависимости от вида опасности, используют различные виды оборудования, такие как: лестницы, пожарные домкраты, СИЗОД, спасательно-технические средства (например, гидравлические ножницы и разжимы, пневматические подушки).

Работа в пожарной службе предполагает различные виды деятельности

и положения тела, которые могут способствовать возникновению различного рода проблем со здоровьем, особенно в опорно-двигательном аппарате.

В этом обзоре обобщены травмы пожарных, связанные с их СИЗ, и недостатки существующих средств индивидуальной защиты при пожаре. В нем были выявлены основные барьеры на пути эффективной защиты пожарного и эффективных действий при пожаротушении. Первым препятствием является тяжелая и громоздкая экипировка для работы.

В третьем разделе предложено при затяжном пожаре организовать пункты отдыха с питьевой водой, обогревом, а зимой – с заменой мокрой одежды, а также. Участники тушения, прибывающие в пункт отдыха, снимают свои средства индивидуальной защиты. Любой участник, у которого частота пульса превышает 120, будет зарегистрирован и отслеживаться в пункте отдыха. Участник приступит к профилактике обезвоживания и отдохнет, через 20 минут его повторно проверят на частоту пульса. Если после 20 минут отдыха и гидратации у участников тушения пожара в пункте отдыха пульс по-прежнему превышает 120 ударов в минуту или имеются признаки и симптомы обезвоживания, то им будут проведены соответствующие медицинские мероприятия.

Персонал пункта отдыха предоставит дополнительные охлаждающие устройства (активное и / или пассивное охлаждение или согревание в зависимости от типа и климатических условий), жидкости и электролитов для восполнения их потери организмом, а также необходимое количество питательных веществ.

Медицинское обслуживание и транспортировка – этой функцией будут заниматься экипажи скорой помощи. Здесь участники получают оценку и лечение от перенапряжения и травм. Назначенные бригады будут следовать стандартному протоколу и информировать руководителя пункта отдыха о необходимости направления в медицинском лечении и требованиях к транспортировке персонала в связи с физическим состоянием.

Время прибытия и убытия участников тушения пожара в пункт отдыха

или покидающих его, должно отслеживаться с учетом показателей жизнедеятельности. Любой сотрудник, требующий дальнейшего обследования в течение 20 минут, будет задокументирован в отчете а при оказании неотложной медицинской помощи должна быть сформирована повторная запись о проведенных мероприятиях в медицинскую карту сотрудника.

Предложено также в дальнейшем внедрять роботизированные устройства, которое повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при его движениях. Профессиональные экзоскелеты стратегически спроектированы так, чтобы снизить риск травм спины и плеч. Их цель – оказать поддержку работникам и повысить общую безопасность на рабочем месте, особенно в ситуациях, когда традиционные эргономические меры невозможны.

В четвёртом разделе разработаны мероприятия по снижению профессиональных рисков.

Основные экологические последствия, обусловленные возникновением аварийных ситуаций: загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения и пылью, а также – загрязнение почв на территориях возникновения пожаров продуктами горения; уничтожение растительности.

Для уменьшения выноса загрязнений с территорий в дождевом стоке при эксплуатации должны производиться следующие мероприятия:

- исключение сбросов в дождевую канализацию отходов производства и нефтепродуктов;
- регулярная уборка территории с максимальной механизацией уборочных работ;
- проведение своевременного ремонта дорожных покрытий;
- ограждение бордюрами зон озеленения;
- контроль состояния автотранспорта.

В шестом разделе определено, что в зависимости от характера возникшей ЧС(Н), по решению Председателя КЧС и ОПБ, к работе в составе

Комиссии кроме указанных лиц может привлекаться и другой руководящий и инженерно-технический персонал КУ «Центроспас-Югория», а также специалисты других организаций и государственных органов (по согласованию), не входящие в состав, но необходимые в работе.

Общие обязанности для всех членов КЧС и ОПБ:

- по прибытии на место работы КЧС и ОПБ зарегистрироваться у уполномоченного по связям со СМИ;
- не допускать передачу какой-либо информации об АСР без разрешения председателя КЧС и ОПБ.

Для предотвращения несанкционированного доступа, своевременной информации о таковом, на объекте предусматривается оборудование всех зданий системой охранной и тревожной сигнализации, системой охранного наблюдения.

В седьмом разделе разработан план по оптимизации эргономических показателей на рабочем месте, оценке состояния здоровья работников КУ «Центроспас-Югория» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

За счёт оказания поддержки работникам и повышения общей безопасности на рабочем месте, особенно в ситуациях, когда традиционные эргономические меры невозможны при помощи экзоскелетов для пожарных и организации пункты отдыха при затяжном пожаре КУ «Центроспас-Югория» за счёт снижения затрат, связанные с гибелью и травмирования персонала персонала составит 10220000 руб., окупаемость единовременных затрат составит 0,51 года.

Список используемых источников

1. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 27.08.2024).
2. О гражданской обороне [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 12.02.1998г. № 28-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901701041?ysclid=ld8o366cez263882703> (дата обращения: 27.07.2024).
3. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 27.07.2024).
4. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.07.2024).
5. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=ld8jr94kat939272210> (дата обращения: 27.07.2024).
6. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=ld8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 05.07.2024).
7. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL:

<http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 27.07.2024).

8. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=472325> (дата обращения: 05.07.2024).

9. Применение экзоскелета в пожаротушении [Электронный ресурс]. URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/367?ysclid=m0v237vh3c574433286> (дата обращения: 27.07.2024).

10. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.2.032-78. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 27.07.2024).

11. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности. Методические рекомендации [Электронный ресурс] : МР 2.2.9.23 1 1-07. 2.2.9. URL: <https://rulaws.ru/acts/MR-2.2.9.2311-07.-2.2.9.-Sostoyanie-zdorovya-rabotayuschih-v-svyazi-s-sostoyaniem-proizvodstvennoy-sredy./?ysclid=m0v2i86yqo623020206> (дата обращения: 27.07.2024).

12. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.07.2024).

13. Эргономика. Организация, ориентированная на человека. Руководство для руководителей [Электронный ресурс] : ГОСТ Р ИСО 27501-2023. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/79787/?ysclid=m0v2hbb473221327454> (дата обращения: 27.07.2024).

14. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной

квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»: электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

15. Adam H. Schwartz, T. J. Intra-rater and Inter-rater Reliability of the Rapid Entire Body Assessment (REBA) Tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 111-116.

16. Ben-Bassat, T., Shinar, D., Caird, J. K., Dewar, R. E., Lehtonen, E., Sinclair, M., Zakowska, L., Simmons, S., Liberman, G., & Pronin, M. (2021). Ergonomic design improves cross-cultural road sign comprehension. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 78, 267-279.

17. Biondi, F. N., Saberi, B., Graf, F., Cort, J., Pillai, P., & Balasingam, B. (2023). Distracted worker: Using pupil size and blink rate to detect cognitive load during manufacturing tasks. *Applied Ergonomics*, 106, 103867.

18. Gualtieri, L., Fraboni, F., De Marchi, M., & Rauch, E. (2022). Development and evaluation of Design Guidelines for Cognitive Ergonomics in human-robot collaborative assembly systems. *Applied Ergonomics*, 104, 103807.

19. Harari, Y., Riemer, R., Jaffe, E., Wacht, O., & Bitan, Y. (2020). Paramedic equipment bags: How their position during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation (CPR) affect paramedic ergonomics and performance. *Applied Ergonomics*, 82, 102977. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102977>.

20. Hess, J. A., Kincl, L., Weeks, D. L., Vaughan, A., & Anton, D. (2020). Safety Voice for Ergonomics (SAVE): Evaluation of a Masonry Apprenticeship Training Program. *Applied Ergonomics*, 86, 103083.

21. Silla, A., Dressler, A., Lehtonen, E., Virtanen, A., Mesimaki, J., & Grippenkov, J. (2022). Potential of auxiliary strobe lights on train locomotives to improve level crossing safety. *Applied Ergonomics*, 103, 103767. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103767>.

Приложение А
Паспорт безопасности

КУ «Центроспас-Югория»
(наименование объекта (территории))

город Ханты-мансийск
(наименование населенного пункта)

2024 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

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

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

628002, Ханты-мансийский Автономный Округ-Югра, г. Ханты-мансийск,
ул. Посадская, д. 17

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

Деятельность по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях

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

Первая категория

(категория объекта (территории))

5000 м²

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

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Семёнов Павел Сергеевич

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

-

(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)

ежедневно с 08:00 до 18:00.

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

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), 500 (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), 120 (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	Подразделения учреждения	60 человек	1200	Захват заложников	Взрыв, гибель, ранения заложников

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

В качестве критических элементов объекта указываются те элементы, которые могут быть предметом атаки в случае теракта. Например, несущие конструкции, сосуды под давлением свыше 0,07 МПа, иные ОПО и т.д.

№ п/п	Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
1	-	-	-	-	-

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

КПП подразделений

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)

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

1200 м²

(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)

N п/п	Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
1	До 60 человек	Разрушение зданий	До 95 млн. рублей

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

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

Охрана осуществляется силами подразделений

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

Специальные средства

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

Локальная система оповещения РСЧС и система оповещения о пожаре

(наличие, марка, характеристика)

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

Отсутствуют

(наличие, количество, характеристика)

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

Система охраны

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Ручные металлоискатели – 2 шт.

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

Система видеонаблюдения в коридорах зданий и периметра

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Светодиодное охранное освещение

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

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

Количество КПП – 1

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

3 эвакуационных выходов

в) электронная система пропуска

СКУД

(наличие, тип установленного оборудования)

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

Отсутствуют

(человек, процентов)

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

а) наружное противопожарное водоснабжение

Кольцевая сеть – 200 мм

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная пожарная сигнализация с выводом на пульт охраны

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

СОУЭ второго типа

(наличие, тип, характеристика)

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям

(количество, параметры)

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

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

Надежность охраны и способность противостоять попыткам совершения террористических актов и иных противоправных действий реализована в полной мере

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)

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

(другие сведения)