

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)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Анализ пожарной опасности на объектах транспортной инфраструктуры и разработка мер противопожарной защиты

Студент

М.В. Токарев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.А. Сумарченкова

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2021

Аннотация

Выпускную квалификационную работу (бакалаврская работа) выполнил: Токарев М.В.

Научный руководитель ВКР: к.т.н., доцент, доцент департамента бакалавриата Института инженерной и экологической безопасности, Сумарченкова И. А.

Объект исследования – железнодорожный вокзал «Тольятти».

Цель и задачи: «бакалаврская работа по направлению подготовки «Техносферная безопасность» представляет собой законченную разработку, в которой решается одна из актуальных задач в области безопасности технологических процессов и производств, пожарной безопасности и инженерной защиты окружающей среды».

При выполнении работы используется современная законодательная и нормативно-техническая база, современные компьютерные технологии сбора, хранения и обработки информации.

Исходные данные к бакалаврской работе: результаты исследования технической документации, статистические данные, нормативно-правовые акты.

Объем работы и разделы. Работа состоит из аннотации, введения, шести разделов, заключения, списка используемых источников из 22 источников. Общий объем работы, страниц машинописного текста 52, рисунков 9 и 11 таблиц.

Содержание

Введение.....	3
1 Характеристика объекта.....	6
2 Анализ пожарной опасности объектов транспортной инфраструктуры	10
3 Проектирование и внедрение методов и средств, обеспечивающих пожарную безопасность	17
3.1 Общая информация о средствах пожаротушения	17
3.2 Средства пожаротушения на железнодорожном вокзале «Тольятти».....	20
3.3 Внедрение методов и средств, обеспечивающих пожарную безопасность на железнодорожном вокзале «Тольятти».....	26
4 Охрана труда.....	31
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность. Идентификация экологических аспектов организации	35
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	40
Заключение	47
Список используемых источников.....	50

Введение

Немаловажную роль в экономике страны играют пожары, которые приводят к большим финансовым потерям. Последствиями пожара может быть угроза для жизни людей. В связи с этим, специалисты в сфере пожарной безопасности изучают причины возникновения пожара и путем анализа определяют возможные последствия от пожара, а также рассматривают способы предотвращения возникновения пожара.

К основным задачам в сфере пожарной безопасности, подлежащих решению, можно отнести: повышение эффективности действий подразделений пожарной охраны, а также повышение эффективности профилактических противопожарных мероприятий и мер, принимаемых гражданами и организациями для защиты материальных ценностей от пожара. Соблюдение требований пожарной безопасности на добровольной основе, гражданами и организациями, имеют важную социально-экономическую значимость в области пожарной безопасности [12].

Цель нашей работы: анализ пожарной опасности и разработка мер противопожарной защиты на примере железнодорожного вокзала «Тольятти».

Для выполнения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть тактическую характеристику железнодорожного вокзала «Тольятти»: сведения об объекте, пожарная нагрузка и водоснабжение, противопожарная защита вокзала и поездов, электроэнергия, отопление, вентиляция;
- провести анализ пожарной опасности объектов транспортной инфраструктуры;
- проанализировать современные методы и средства, обеспечивающие пожарную безопасность на объектах транспортной инфраструктуры;

- рассмотреть охрану труда: обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена средств индивидуальной защиты;
- рассмотреть охрану окружающей среды и экологическую безопасность;
- провести идентификацию экологических аспектов организации: выявление антропогенного воздействия на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу). Модернизация хозяйственно-бытового водоснабжения;
- дать оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

При выполнении работы были использованы современные законодательные и нормативно-технические базы, современные компьютерные технологии сбора, хранения и обработки информации, программные продукты в области пожарной безопасности.

1 Характеристика объекта

Железнодорожный вокзал «Тольятти», расположен в промышленно-коммунальной зоне Автозаводского района г.о. Тольятти по адресу: ул. Вокзальная, 38.

Железнодорожный вокзал «Тольятти» предназначен для обслуживания пассажиров, следующих железнодорожным транспортом.

На первом этаже расположены зал ожидания, кассы, технические помещения персонала.

На втором этаже - пустующие помещения. Электроснабжение отключено, дверь опечатана.

На третьем этаже - полиция.

На четвертом этаже - пустующие помещения. Электроснабжение отключено, дверь опечатана.

На пятом этаже - пустующие помещения. Электроснабжение отключено, дверь опечатана.

Размеры в плане 174×38м. Степень огнестойкости II. Стены выполнены из ж/б плит, перекрытия из железобетонных плит, перегородки из кирпича, кровля мягкая рулонная.

Ближайшее пожарное подразделение находится на расстоянии - 1,7 км.

Данные о пожарной нагрузке:

- технические помещения: 10 м²/кг;
- особенности технологического процесса: нет;
- на территории объекта газовые баллоны отсутствуют.

Технические средства обеспечения пожарной безопасности: помещения железнодорожного вокзала «Тольятти» оборудованы дымовыми пожарными извещателями и ручными пожарными извещателями.

Принцип действия: дымовые пожарные извещатели обнаруживают задымление в помещении и передают сигнал на пульт Рубин-6, изображен на

рисунке 1, ручные пожарные извещатели также выведены на пульт (Сигнал-20) дежурному по вокзалу. Кабинет дежурного находится на первом этаже, дежурный находится в кабинете с 07:00 до 18:30, в остальное время у охраны имеются ключи от всех помещений, охрана круглосуточная. В кабинете дежурного по вокзалу имеется схема с расположением датчиков.

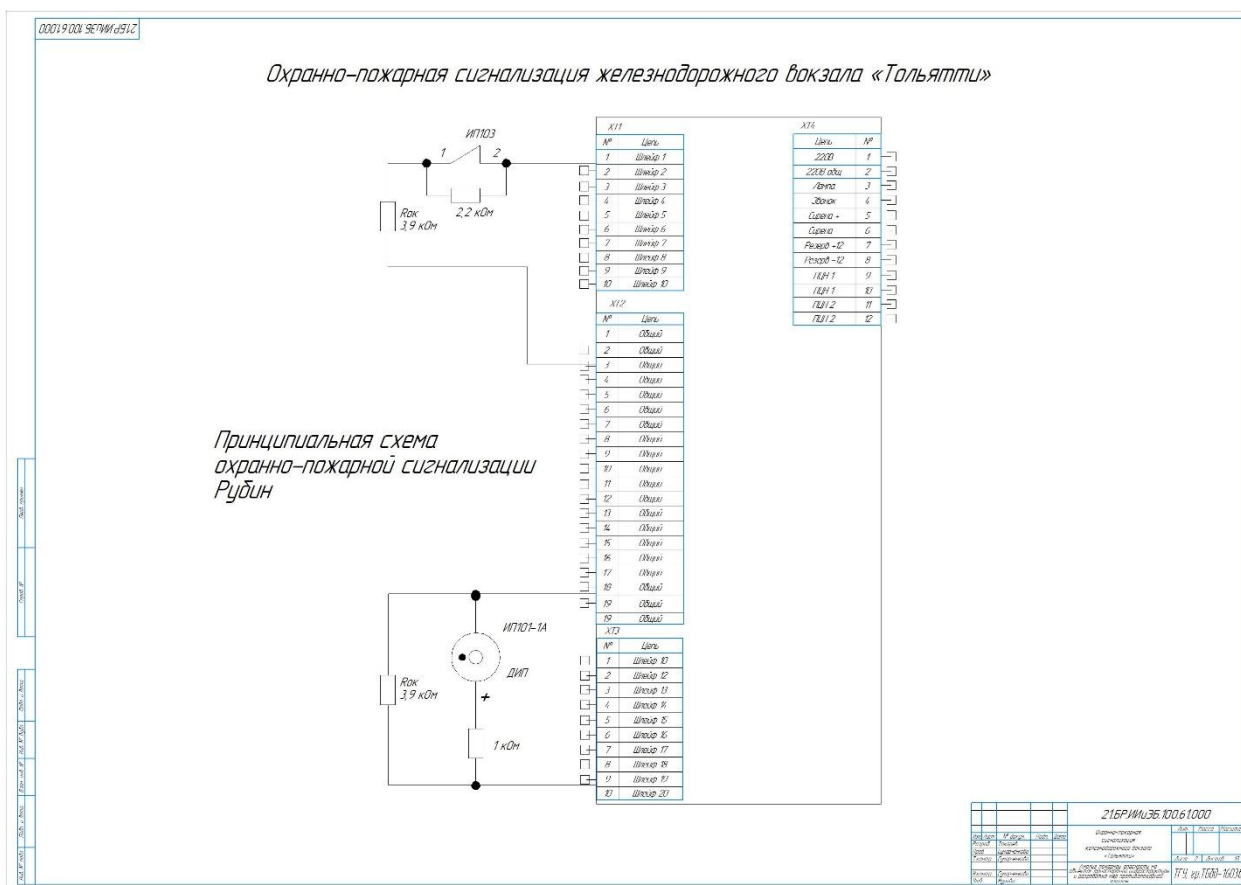


Рисунок 1–Принципиальная схема охранно-пожарной сигнализации «Рубин»

Сведения о характеристиках электроснабжения, отопления и вентиляции. Электроснабжение: 220-380В, ТП находится с восточной стороны от здания на расстоянии 10 м, без номера, 380 В, применяется для тепловзавес.

Отопление - центральное водяное.

Система дымоудаления - отсутствует.

Вентиляция - приточно-вытяжная. Отключается в помещении теплоузла.

Внутреннее противопожарное водоснабжение - здания оборудованы внутренним противопожарным водопроводом, диаметром 51 мм, с установкой ПК в количестве 33 шт.

Рассмотрим информацию о внутреннем и наружном водоснабжении железнодорожного вокзала «Тольятти», представленную в таблице 1 и 2.

Таблица 1 - Внутреннее водоснабжение

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
Вокзал 1 этаж	19	Одновременно два ствола с расходом 3,5 л/с каждый.	Нет	Нет
Вокзал 2 этаж	8	Одновременно два ствола с расходом 3,5 л/с каждый.	Нет	Нет
Вокзал 3 этаж	2	Одновременно два ствола с расходом 3,5 л/с каждый.	Нет	Нет
Вокзал 4 этаж	2	Одновременно два ствола с расходом 3,5 л/с каждый.	Нет	Нет
Вокзал 5 этаж	2	Одновременно два ствола с расходом 3,5 л/с каждый.	Нет	Нет

Таблица 2 - Наружное противопожарное водоснабжение

Место расположения пожарных гидрантов	Тип сети	Диаметр водопровода, мм	Давление в сети, атм	Расстояние до объекта, м	Q Сети, л/сек
ПГ-1, с южной стороны вокзала	Кольцевая	150	4	30	95
ПГ-2, с южной стороны вокзала	Кольцевая	150	4	30	95
ПГ-3, с северной стороны вокзала	Кольцевая	150	4	10	95

В случае отключения водоснабжения в районе выезда имеются пожарные водоемы.

На рисунке 2 представлен план расположения железнодорожного вокзала «Тольятти».

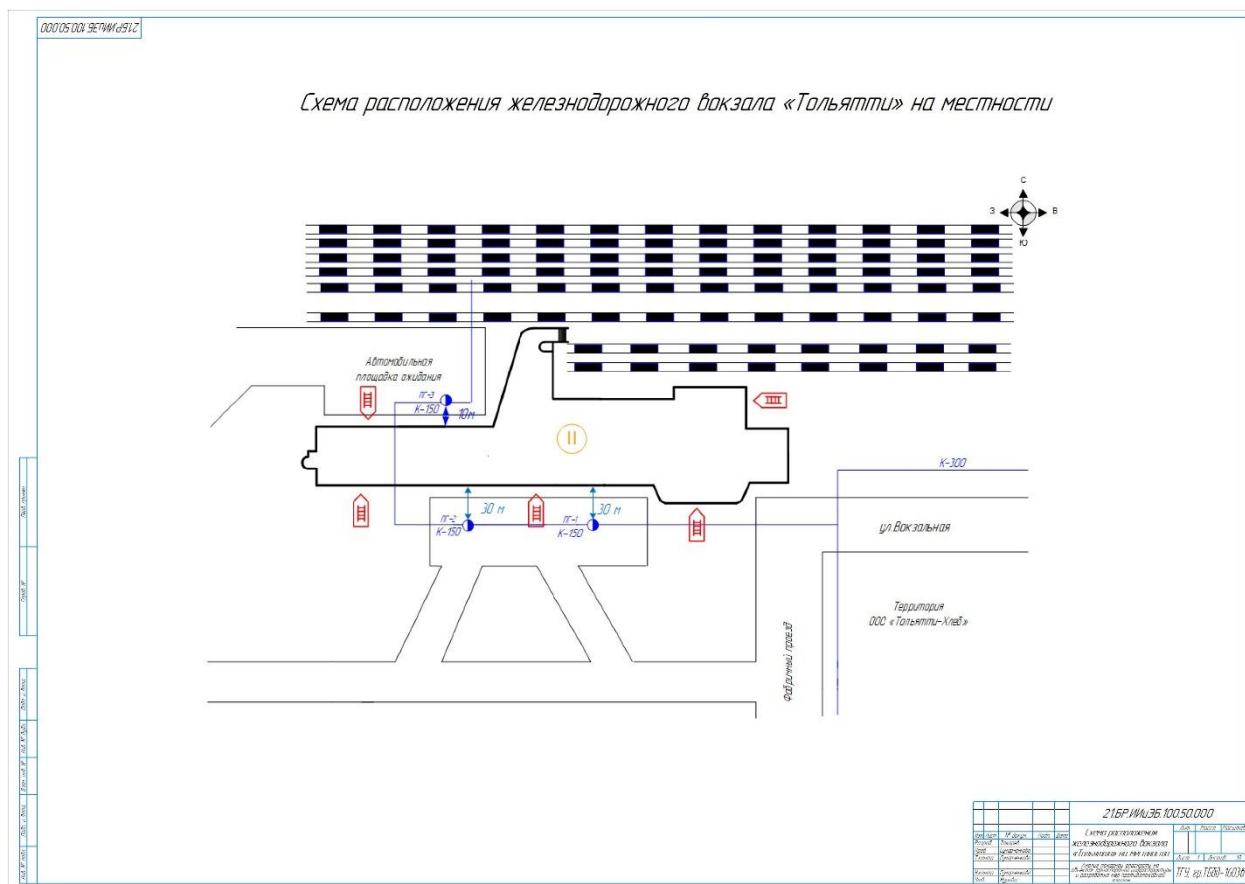


Рисунок 2 - План расположения железнодорожного вокзала «Тольятти» на местности

Таким образом, можно сделать вывод: рассмотрена тактическая характеристика железнодорожного вокзала «Тольятти», а именно: сведения об объекте, противопожарная нагрузка и водоснабжение, электроснабжение, отопление и вентиляция.

2 Анализ пожарной опасности объектов транспортной инфраструктуры

Анализ пожарной опасности объекта проводится с целью выявления пожароопасных факторов, которые могут стать причиной пожара.

Для перевозки пассажиров и грузов широко используются поезда. Различают составы: электровозы, цистерны, тепловозы, с платформой, открытые и закрытые и т.д.

Возгорание в большинстве случаев возникает из-за:

- взрыва опасного груза;
- в случае столкновения составов;
- утечки легковоспламеняющихся веществ;
- применения поврежденного оборудования;
- короткого замыкания и т.д.

На железнодорожных путях пожарная угроза характеризуется:

- значительным количеством транспортных средств, которые перевозят взрывоопасные и легковоспламеняющиеся грузы;
- высоким процентом застройки станций, на которых сортируют, погружают выполняющих функцию сортировки, погрузки, многочисленных составов;
- затрудненным подъездом к горящему составу;
- небольшим разрывом между поездами, вследствие чего пожар распространяется с высокой скоростью;
- недостаточно развитой сетью противопожарного водоснабжения [5].

Риск возникновения и распространения пожара увеличивается, если процедура формирования и погрузки состава оказалась нарушенной. К последствиям неправильного соединения вагонов можно отнести: разлив жидкостей, повреждение перевозимых грузов и т.д.

Так, в 2020 году 13 июня произошёл пожар на железнодорожной станции Нижнего Тагила. Сгорели грузовой вагон с древесиной и штабной вагон. Большая горючая загрузка способствовала быстрому распространению пламени, пожару был присвоен повышенный уровень опасности. Общая площадь пожара составила 50 м². Пострадавших нет. Предварительные данные о причинах пожара не сообщаются.

В декабре 2020 года, на станции Москворечье пригородных электричек Москвы (МЦД-2), вспыхнул крупный пожар. Сгорел пластиковый надземный переход. Лестница с платформы к ж/д кассам сгорела очень быстро. Охрана не исключает поджог. Выгорел весь потолок над турникетами.

Пожар произошел также в купейном вагоне, пока поезд стоял на станции Сальск в Ростовской области. Расследование показало, что во всем виновато замыкание в Wi-Fi роутере. Роутер загорелся, и пожар распространился по вагону.

Другой пожар произошел тоже в поезде южного направления. Короткое замыкание произошло в купе проводника поезда Томск – Анапа. Поезд находился в движении в Воронежской области. Предварительная причина возгорания – неисправность электророзетки.

Информация о пожарах и возгораниях на Железнодорожном вокзале «Тольятти» отсутствует.

Пожар возможен в любом помещении вокзала, но самыми опасными будут возможные загорания на первом и третьем этаже. Рассмотрим возможные места возникновения пожара, представленные в таблице 3.

Таблица 3 - Возможные места возникновения пожара на примере железнодорожного вокзала «Тольятти»

Место	Третий этаж - комната, отведенная для отдыха полиции	Помещение на первом этаже, отведенное под гардероб
Причина пожара	Причина возгорания - в результате короткого замыкания электропроводки	
Последствия пожара	Происходит горение, которое сопровождается повышением температуры и появлением задымления. Горит мебель и одежда. В результате загорания создавалась угроза сильного задымления соседних помещений и путей эвакуации.	
Размер помещения	6,9×5,2 м., общая площадь 31,88 м ²	17,2×16,7м., общая площадь 287,2 м ² .
Покрытие полов	Линолеум	Бетонные, выложены плиткой
Покрытие стен	Кирпичные, окрашены вододисперсионной краской	
Покрытие потолка	«Амстронг»	Ж/б плиты, подвесной потолок типа «Армстронг»
Средства и способы тушения пожара	Применяют углекислотные, аэрозольные и порошковые средства для тушения под напряжением до 1000 вольт. Если напряжение выше, следует обесточить сеть	Тушение производится за счет охлаждения водяными струями, которые подаются из ручных стволов пожарных автоцистерн

Из анализа пожаров с характерной пожарной нагрузкой и характеристикой сооружения, а также из справочных сведений, линейная скорость распространения горения максимально составляет 1 м/мин.

Изучив данные из таблицы 3, можно сделать вывод о возможных путях распространения пожара, задымления и т.д. Данные представлены на рисунке 3.

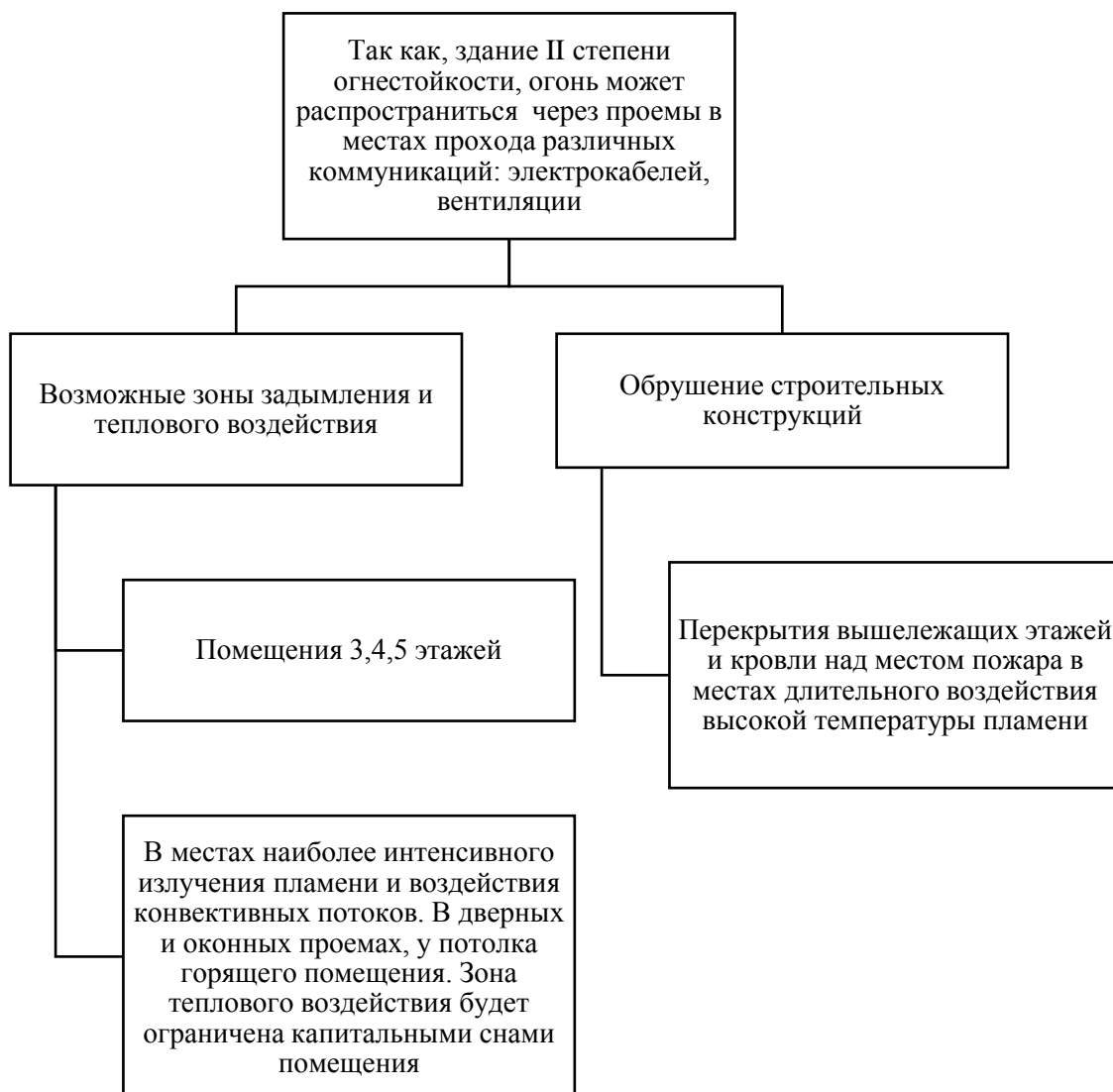


Рисунок 3 - Анализ пожарной опасности объектов транспортной инфраструктуры на примере железнодорожного вокзала «Тольятти»

Рассмотрим план действия персонала объекта при возникновении пожара, представленный в таблице 4 и на рисунке 4.

Таблица 4 - План действий персонала при возникновении пожара

Наименование действий	Порядок и последовательность действий	Ответственный исполнитель
Сообщение о пожаре	Если обнаружен пожар или его признаки, заметивший пожар звонит в пожарную охрану и сообщает необходимую информацию: фамилию, адрес и т.д. После чего, ставит в известность руководителя и оповещает персонал	Первый заметивший или обнаруживший пожар
Эвакуация людей, порядок эвакуации	Согласно плану эвакуации, люди выводятся наружу через коридоры и выходы, сразу после обнаружения пожара. Те, кому угрожает опасность, эвакуируются в первую очередь	Ответственные за обеспечение пожарной безопасности, охрана
Эвакуация материальных ценностей	В первую очередь выносятся материальные ценности из помещения, где возник пожар. Из других помещений имущество необходимо выносить согласно составленным по помещениям спискам в соответствии с обстановкой пожара.	Персонал
Пункты размещения эвакуированных	В зависимости от времени, людей размещают: днем - на прилегающей территории, ночью – в соседних зданиях. Также проводится сверка по спискам эвакуированных	Ответственные за обеспечение пожарной безопасности
Отключение электроэнергии	Если тушение пожара производится водой и проведена эвакуация людей, электрик отключает электроэнергию для дальнейшей работы пожарной охраны по тушению пожара	Электрик
Тушение пожара до прибытия пожарных подразделений	В первую очередь для тушения пожара используются огнетушители и все имеющиеся средства пожаротушения	Расчет ДПД
Организация встречи пожарного подразделения	Руководитель объекта информирует руководителя тушения пожара по прибытии пожарного подразделения об очаге пожара, о ходе эвакуации и принятых мерах для ликвидации пожара	Руководство объекта

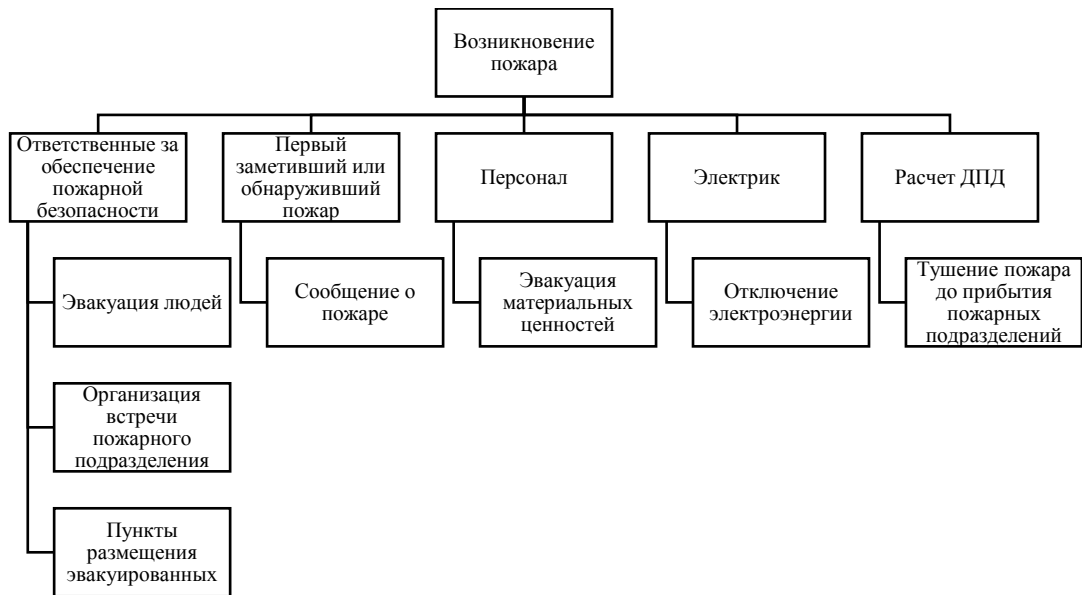


Рисунок 4 - План действий персонала при возникновении пожара

Эвакуация людей, в случае пожара осуществляется персоналом, через эвакуационные выходы. План эвакуации представлен на рисунке 5.

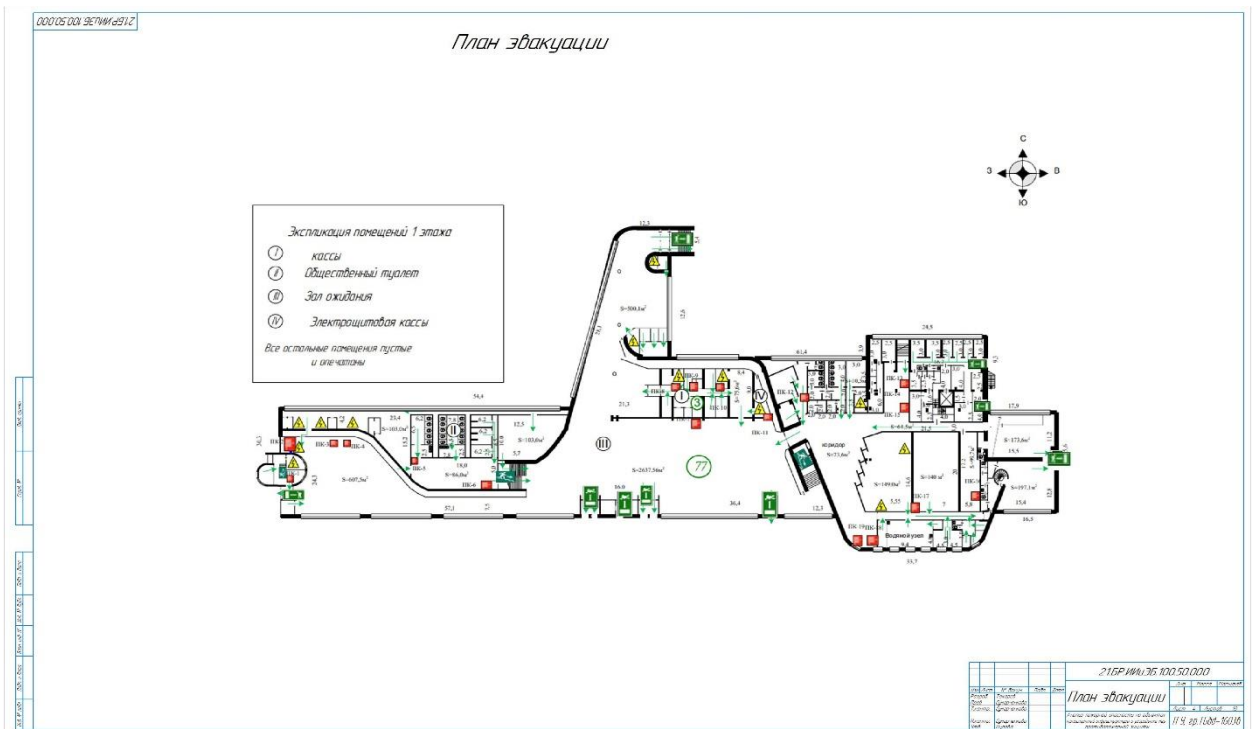


Рисунок 5 – План эвакуации

Для того чтобы провести эвакуацию людей, снаружи здания установлены ручные пожарные лестницы.

Рассмотрим таблицу 5, где представлена информация о привлекаемой технике, в целях проведения спасательных работ.

Таблица 5 – Техника для проведения спасательных работ

Наименование техники	Место дислокации	Высота выдвижения, м	Наличие спасательного устройства	Количество вывозимых лестниц штурмовых	Наличие спасательной веревки
АЛ-30 (131)	86 ПСЧ	30	-	2	1/30
АЛ-30 (131)	11 ПСЧ	30	ППСУ-20	2	-
КП-30 (КамаЗ)	11 ПСЧ	30	-	-	-
АЛ-30 (131)	13 ПСЧ	30	ППСУ-20	2	1/30

Руководитель железнодорожного вокзала «Гольягти» информирует руководителя пожарного подразделения об особенностях объекта и иных технологических сведениях, которые необходимы для эффективной ликвидации пожара.

Таким образом, пожар возможен в любом помещении вокзала, помимо этого, в перевозочном процессе участвует большое число единиц разнообразного подвижного состава (пассажирские, цистерны, тепловозы, электровозы и др.) с различными горючими, легковоспламеняющимися жидкостями, твердыми горючими материалами. В связи с этим, обеспечение пожарной безопасности должно достигаться за счет соблюдения требований действующих нормативных документов по пожарной безопасности.

3 Проектирование и внедрение методов и средств, обеспечивающих пожарную безопасность

3.1 Общая информация о средствах пожаротушения

В настоящее время для локализации огня и подавления горения применяются инструменты, самоходная техника, передвижное и стационарное оборудование, называемые средствами пожаротушения. Средства пожаротушения позволяют успешно бороться с пожарами разной сложности, так как, на сегодняшний день, встречаются различные разработки огнетушащих средств с улучшенными характеристиками.

Классифицируя средства пожаротушения, можно разделить их на четыре вида [17]:

- первичные, например, огнетушители, пожарный инвентарь пожарные краны, противопожарное полотно;
- подручные, в которых используются сыпучие вещества, ткань, вода;
- мобильные, например, пожарные автомашины, поезда, вертолеты;
- автоматические, которые в свою очередь подразделяются на пенные, водяные, аэрозольные, порошковые, газовые.

Таким образом, вид средства пожаротушения выбирают в зависимости от условий, в которых возник пожар, от риска нанесенного ущерба, например, порчи материального имущества. Также, нельзя тушить пожар водой в помещениях, где располагается электрическое оборудование под напряжением, помимо этого, применение огнетушителя ограничивается небольшой площадью пожара, его использование необходимо для безопасной эвакуации людей, а не полной ликвидации пожара.

Рассмотрим более подробно автоматические средства пожаротушения. Пожарную безопасность всех помещений здания можно обеспечить за счет установки автоматических средств пожаротушения, которые в зависимости от способа установки подразделяются на модульные и централизованные

системы. Также автоматические средства пожаротушения можно разделить на автоматизированные, автономные и ручные; а по виду огнетушащего вещества установки пожаротушения чаще всего классифицируются на [17]:

- пенные и водяные,
- аэрозольные,
- порошковые,
- газовые.

Чаще всего на объектах используются водяные и пенные установки пожаротушения. В состав пенных установок пожаротушения входят различные пенообразователи и смачиватели с добавлением воды. Водяные установки различают в зависимости от способа подачи огнетушащего состава:

- спринклерные установки срабатывают в зоне очага возгорания, поскольку обладают более высокой точностью;
- дренчерные установки оснащены оросителями, подающими воду на большую площадь. Такие установки могут нанести вред материальному имуществу, так как вода используется в большом количестве;
- системы тушения тонкораспыленной водой образуют при срабатывании водяной туман, в отличие от других видов водяных установок. В связи с этим, материальный ущерб от данного способа тушения значительно меньше.

Основной недостаток водяных установок пожаротушения в том, что они не подходят для тушения электрического оборудования под напряжением, и иных материалов, и веществ, которые можно повредить водой. В случае с пенными установками материальный ущерб меньше, за счет того, что пена подается различной кратности, можно тушить электрооборудование. Но в конечном результате, ущерб от таких установок также велик.

Не менее развитой технологией пожаротушения, после водяной, является порошковая установка пожаротушения, которая подразделяется на автономную и централизованную. Такие установки различаются в зависимости от способа подачи порошкового огнетушащего вещества. Таким образом, различают:

- локальное порошковое пожаротушение действует на определённые участки объекта, в целях защиты материальных ценностей;
- поверхностное порошковое пожаротушение защищает конкретное оборудование, материальные ценности и т.д.;
- объёмное порошковое пожаротушение создает во всем помещении здания плотное облако порошка;

Такой вид пожаротушения, как порошковый, применяется в местах ликвидации возгораний электрического оборудования и других веществ и материалов. К основным недостаткам такого метода можно отнести:

- невозможность использования порошковых средств пожаротушения в местах, где пребывает большое количество людей, это связано с токсичными свойствами порошка;
- порча имущества, так как порошок оставляет среды и вступает в реакцию с различными материалами;
- после срабатывания порошковой системы, частицы порошка трудно удалить с поверхностей, потребуется длительная уборка.

Еще одной разработкой автоматических систем пожаротушения является аэрозольная система пожаротушения. Принцип действия такой системы – создание среды в помещениях, в которой горение невозможно, поскольку в состав аэрозольного огнетушащего вещества входит «особая конденсированная смесь окислителей и горючих компонентов с целевыми и технологическими добавками» [17].

При срабатывании системы, сгорает смесь и распыляется в помещениях в виде аэрозоля, который охлаждает поверхности и блокирует дальнейшее горение. Аэрозольная система используется в больших

помещениях и не требует частого технического обслуживания. Недостатками таких установок могут послужить:

- аэрозоль токсичен, его нельзя вдыхать, после срабатывания необходимо проводить уборку;
- после срабатывания установки, необходимо заменить огнетушащее вещество на новое;
- не прогоревшие частицы аэрозольного вещества могут вызвать повторное возгорание.

Наиболее безопасной в борьбе с огнем, считается установка газового пожаротушения, которая также может быть модульной и централизованной. Установка газового пожаротушения, в зависимости от оснащения устройством пуска, делится на пневматическую, механическую, электрическую. В зависимости от способа тушения пожара автоматические установки газового пожаротушения подразделяются на:

- объемное газовое пожаротушение, при котором создается непригодная среда для горения во всех защищаемых помещениях;
- локальное газовое пожаротушение защищает отдельные объекты, например, дорогое оборудование или музейные экспонаты и т.д.

При использовании систем газового пожаротушения минимизирован ущерб для материального имущества, а также не требуется уборка после срабатывания системы.

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности людей и материального имущества достигается за счет средств пожаротушения, используемых на объекте.

3.2 Средства пожаротушения на железнодорожном вокзале «Тольятти»

Большой поток людей и наличие протяженных линий под высоким напряжением, создают высокую пожарную нагрузку на железнодорожных

вокзалах [5]. В связи с этим, обеспечение пожарной безопасности является приоритетной задачей.

На железнодорожном вокзале «Тольятти» техническими средствами обеспечения пожарной безопасности являются дымовые и ручные пожарные извещатели. Дымовые пожарные извещатели обнаруживают задымление в помещении и передают сигнал на пульт (Рубин-6), ручные пожарные извещатели также выведены на пульт (Сигнал-20) дежурному по вокзалу. Автоматические системы пожаротушения отсутствуют, так как здание маленькой площади. Здание оборудовано пожарными кранами и огнетушителями.

Согласно «Нормам оснащения объектов и подвижного состава федерального железнодорожного транспорта первичными средствами пожаротушения», вагоны пассажирских поездов обеспечены пожарным оборудованием и инвентарем, огнетушителями [5]. Применяются огнетушители самосрабатывающие порошковые ОСП-1, огнетушители ручные порошковые ОП-5, представленные на рисунке 6.

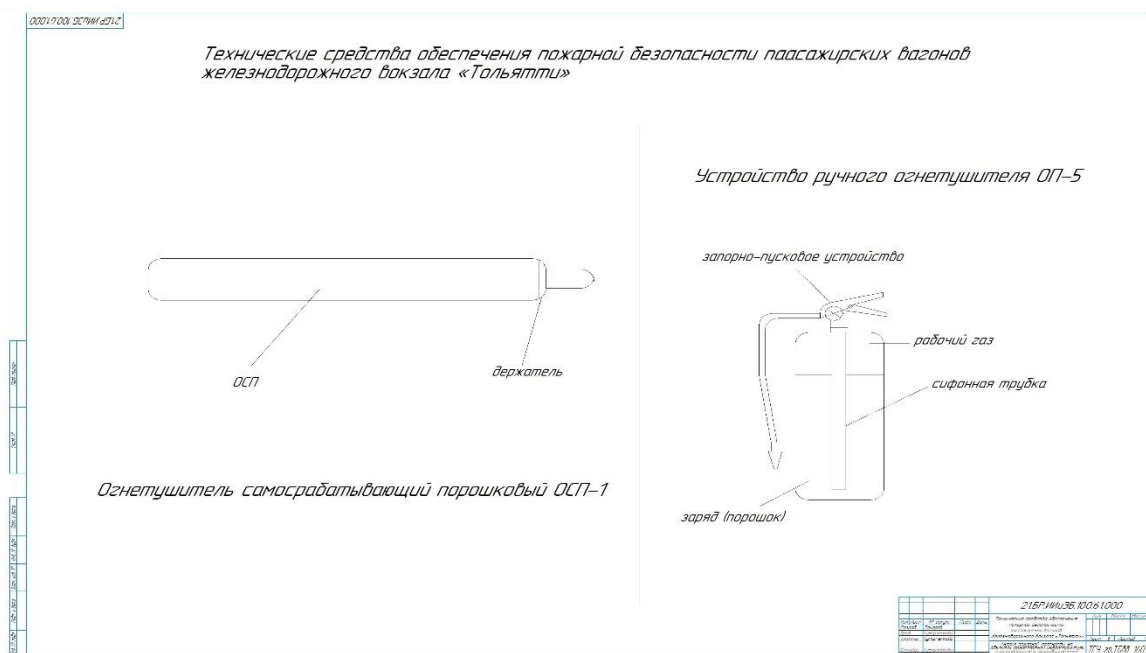


Рисунок 6 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности пассажирских вагонов железнодорожного вокзала «Тольятти»

Для улучшения пожарной безопасности железнодорожного вокзала «Тольятти», на железнодорожных поездах, можно рассмотреть установку автоматической системы пожаротушения, которая в случае необходимости сработает без участия человека. Автоматические системы пожаротушения должны иметь в составе системы сверхраннего обнаружения. Местами их расположения могут быть зоны, подверженные высокому риску: коммутационные шкафы, панели управления, распределительные электрощиты, и т.д.

При выборе автоматической системы пожаротушения для железнодорожного поезда необходимо учитывать:

- высокую степень пожарной опасности железнодорожного транспорта;
- массовость пассажирских и грузовых перевозок;
- ущерб материальному имуществу;
- горючие материалы;
- наличие электрооборудования под напряжением [14].

Таким образом, автоматическая система пожаротушения должна учитывать вышеперечисленные факторы. Рассмотрим таблицу 6, в которой описаны достоинства и недостатки автоматических систем пожаротушения.

Таблица 6 – Анализ автоматических систем пожаротушения

Огнетушащее вещество	Воздействие на очаг возгорания	Достоинства	Недостатки
Водяные	Горение прекращается за счет снижения температуры, при тушении водой облако пара вытесняет кислород и отделяет очаг возгорания. Тушение: дерева, бумаги и других легковоспламеняющихся материалов	Безопасно для человека, не дорого	Нельзя тушить электрическое оборудование, наносят ущерб материальному имуществу

Продолжение таблицы 6

Огнетушащее вещество	Воздействие на очаг возгорания	Достоинства	Недостатки
Пенные	Тушение легковоспламеняющихся жидкостей, нефтепродуктов, так как пенные установки блокируют попадание кислорода за счет распределения пены	В отличие от водяных, экономят воду. Тушение большой площади помещения	Нельзя тушить электрическое оборудование. Не применяются в помещениях с газами, выделяющие кислород
Порошковые	Тушение за счет охлаждения зоны горения. Используются для тушения электрооборудования и легковоспламеняющихся жидкостей	Долговечные	Токсичны и не применимы в помещениях с нахождением людей. Требуется уборка после срабатывания
Аэрозольные	Горение прекращается за счет снижения температуры. Применимы для тушения электрооборудования, кабеля, жидких и твердых горючих веществ	Тушат электрооборудование, не наносят вреда материальным ценностям. Безопасны для окружающей среды	Вредны для человека, не используются для полной ликвидации пожара
Газовые	Тушат за счет снижения кислорода и скорости горения в помещении. Тушение горючих жидкостей, электрооборудования	Тушат электрооборудование, не наносят вреда материальным ценностям	Вредны для человека, используются в закрытых помещениях

Исходя из данных, представленных в таблице 6, можно сделать вывод:

- водяные и пенные системы пожаротушения, несмотря на свои достоинства, не применимы для тушения электрооборудования под напряжением, причиняют вред материальному имуществу;
- порошковые системы пожаротушения токсичны и не применимы в помещениях с нахождением людей. Требуется уборка после срабатывания;
- аэрозольные системы пожаротушения тушат электрооборудование, не наносят вреда материальным ценностям, безопасны для

окружающей среды, но вредны для человека, не используются для полной ликвидации пожара;

- газовые системы пожаротушения также эффективны в тушении горючих жидкостей, безопасны для электрического оборудования и материального имущества. Недостатком является причинение вреда человеку, поэтому необходима своевременная эвакуация людей.

Таким образом, в качестве автоматической системы пожаротушения на железнодорожных поездах можно рассмотреть аэрозольные или газовые. Рассмотрим таблицу 7, где представлена сравнительная характеристика двух современных систем автоматического пожаротушения от разных производителей.

Таблица 7 – Аэрозольная и газовая системы пожаротушения

Характеристика	Аэрозольная система пожаротушения от производителя АО «НПП Гранит-Саламандра»	Газовая система пожаротушения от производителя Холдинг ОСК групп
Описание	В основе системы аэрозольного пожаротушения стоит генератор, который включает в себя: заряд, металлический корпус, систему охлаждения и механизм запуска. Подобные аэрозольные системы позволяют с высокой точностью тушить возгорания. Мелкие частицы аэрозоля находятся в помещении в течение 30 мин, и после оседают в виде порошка	Система Noves 1230 может иметь один или несколько модулей, подсоединенных к трубопроводу. Состав модуля: баллон, содержащий в себе газовое огнетушащее вещество в жидкой фазе, и запорно-пусковое устройство. Насадки из меди или алюминия, установленные на трубопровод, распыляют газовое огнетушащее вещество в защищаемом помещении. После ликвидации очага возгорания не требуется уборка помещения
Состав	Химическое соединение хладона, тетрафторбромэтана и метилена	фторкетон (додекафтор-2-метилпентан-3-он)
Условия работы	Температура от минус 50°С до плюс 50°С	Температура от минус 20°С до плюс 50°С. Рекомендованная температура от 0°С до плюс 50°С
Ущерб	Негативному воздействию не подвергаются	

материальному имуществу	
-------------------------	--

Продолжение таблицы 7

Характеристика	Аэрозольная система пожаротушения от производителя АО «НПП Гранит-Саламандра»	Газовая система пожаротушения от производителя Холдинг ОСК групп
Воздействие на горючие вещества и электрооборудование	Аэрозоль не наносит вреда электрическому оборудованию, способно тушить горючие вещества	Безопасен для электроники, ликвидирует пожары различных классов, после активации прекращает горение за 10 с
Влияние на человека и окружающую среду	Нельзя использовать в местах нахождения людей. Безвреден для окружающей среды.	Безвреден для окружающей среды и для дыхательной и зрительной системы организма человека
Преимущества	Недорогая система. Нет трудностей с подключением и монтажными работами	Безвреден для окружающей среды и человека, не токсичен, при контакте с огнем не оставляет коррозионных и ядовитых продуктов. Быстрое тушение пожара - не более 30 с [1]
Недостатки	Не рекомендуется использование в качестве тушения древесных опилок и других материалов, способных к тлению, а также сыпучих материалов. Не применяется в закрытых помещениях	Нельзя тушить материалы, склонные к тлению и самовозгоранию

Таким образом, проанализировав данные из таблицы 7, можно сказать, что аэрозольная и газовая системы автоматического пожаротушения от компаний АО «НПП Гранит-Саламандра» и «Холдинг ОСК групп» во многом схожи и эффективны в борьбе с огнем. Однако газовое пожаротушение Noves 1230 имеет некоторые преимущества перед аэрозольной системой пожаротушения:

- в первую очередь, безопасность для человека, поскольку вещество не токсично, и позволяет проводить безопасную эвакуацию людей;
- быстрое тушение пожара - за 10 с, это связано с тем, что огнетушащее вещество интенсивно поглощает тепло;

- не требует уборки после срабатывания;
- при комнатной температуре вещество безвредно, распадается под действием ультрафиолетовых лучей;
- огнетушащее вещество экологично, не разрушает озоновый слой;
- установка пожаротушения занимает мало места;
- баллоны с Noves 1230 не имеют категории опасного груза, поэтому легко транспортируются [1].

Таким образом, для железнодорожного поезда, рекомендуем современную установку автоматического газового пожаротушения Noves 1230.

3.3 Внедрение методов и средств, обеспечивающих пожарную безопасность на железнодорожном вокзале «Тольятти»

Основной задачей подразделений пожарной охраны является обеспечение пожарной безопасности как пассажиров, которые отправляются и прибывают с железнодорожных станций, так и обеспечение сохранности багажа и грузов.

Это связано с тем, что ликвидация возгораний железнодорожных станций является технически сложным процессом, из-за ограниченного допуска на территорию и высокой пожарной нагрузки. Помимо этого, железнодорожный вокзал посещает большое количество людей, которые не ознакомлены с путями и выходами при эвакуации [14].

Таким образом, основным требованием по пожарной безопасности является беспрекословное соблюдение правил пожарной безопасности как пассажирами, так и сотрудниками железнодорожных станций, вокзалов и поездов [5].

Для улучшения пожарной безопасности на железнодорожных поездах, рекомендуется установка современной системы автоматического газового пожаротушения Noves 1230. Это газ, который не имеет запаха и находится в

жидком бесцветном состоянии. Безвреден для человека, материального имущества, электрического оборудования и атмосферы, не разрушает документы. Газовое вещество эффективно борется с очагом возгорания, предотвращая распространение пожара и поглощая излишки кислорода. Газовое пожаротушение можно использовать при различных температурах, поскольку на газовые вещества не влияют пониженные и повышенные показатели очага возгорания [1].

Рассмотрим основные технические характеристики Novac 1230, представленные в таблице 8 [1]:

Таблица 8 - Основные технические характеристики Novac 1230

Характеристика	Количество
Температура замерзания	Минус 108,0°C(минус 162,4°F)
Молекулярная масса	316,04
Химическая формула	CF ₃ CF ₂ C(0)CF(CF ₃) ₂
Критическое давление	18,65 бар (270,44 фунтов/дюйм ²)
Критическая температура	168,7°C (335,6°F)
Плотность, газ при 1 атм	0,0136 г/мл (0,851 фунтм/фут ³)
Критический объем	494,5 см ³ /моль (0,0251 фут ³ /фунтм)
Температура замерзания	Минус 108,0°C(минус 162,4°F)
Критическая плотность	639,1 кг/м ³ (39,91 фунтм/фут ³)
Температура кипения при 1 атм	49,2°C(120,6°F)
Плотность и насыщенность жидкости	1,60 г/мл (99,9 фунтм/фут ³)
Удельный объем, газ при 1 атм	0,0733 м ³ /кг (1,175 фут ³ /фунт)
Пар, удельный объем при 1 атм	0,891 кДж/кг°C (0,2127 BTU/фунт°F)
Удельная теплоемкость, жидкость	1,103 кДж/кг°C (0,2634 BTU/фунт°F)
Вязкость жидкости от 0°C до 25°C	0,56/0,39 сантистокс
Теплота испарения при температуре кипения	88,0 кДж/кг (37,9 BTU/фунт)
Относительная диэлектрическая прочность при 1 атм (N ₂ =1.0)	2,3
Давление пара	0,404 бар (5,85 psi-маном.)

В состав автоматической газовой системы пожаротушения Novac 1230 входят следующие элементы [1]:

- станция зарядная;
- средства управления и оповещения эвакуацией;

- баллоны-ресиверы, которые организованы в батареи с селекторными клапанами;
- автоматические системы управления и контроля;
- побудительно-пусковые и наборные секции;
- извещатели;
- распределители воздуха;
- трубопроводы с форсунками [1].

Рассмотрим принципиальную схему установки газового пожаротушения Novek 1230, представленную на рисунке 7.

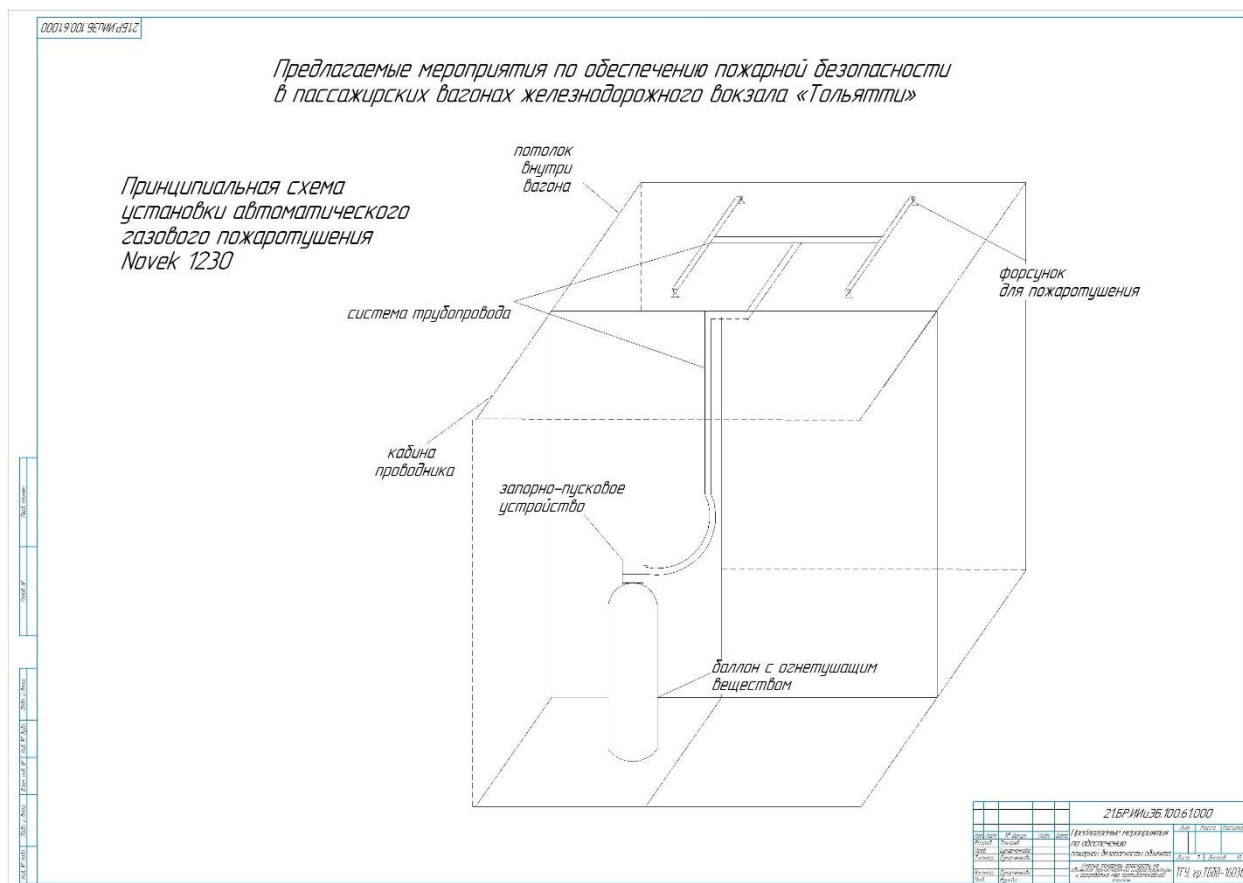


Рисунок 7 - Принципиальная схема установки газового пожаротушения Novek 1230

Принцип действия: при обнаружении пожара автоматическим извещателем, через центр пожарной сигнализации срабатывают устройства

сигнализации. После некоторого времени, электрически открывается баллон с огнетушащим веществом Noves 1230, которое перемещается по системе трубопровода, поступает в форсунки и распыляется, заполняя всю площадь над очагом возгорания.

В качестве решения вопросов в области обнаружения пожаров, эффективнее применять установки современных автоматических систем пожаротушения.

Согласно требованиям пожарной безопасности, на железнодорожном вокзале «Тольятти» предусмотрены соответствующие меры [5]:

- предусмотрено наземное покрытие вдоль границ лесопарков с полосой отвода и охранной зоны железной дороги, шириной от 3 до 5 м из материалов, которые не позволяют распространить пламя по своей поверхности;
- уложены в штабели шпалы на складах верхнего строения пути;
- очищена от горючих материалов площадка под штабели;
- территория разделена минерализованной полосой, ширина которой 1,4 м и расположенной на расстоянии трех метров от штабелей;
- шириной 6 м обозначены проезды для пожарной техники;
- для безопасного тушения в случае возникновения пожара на железнодорожных станциях предусмотрено отключение напряжения контактной сети;
- пешеходные тоннели оборудованы знаками безопасности, показывающие направление, и эвакуационным освещением;
- железнодорожные пути оборудованы сливными лотками, в местах, где проводится проверка клапанов сливных приборов цистерн;
- помещения промывочно-пропарочных станций имеют центральное отопление;
- в здание поста через проемы в фундаменте проведены кабели, в проеме фундамента предусмотрены вводные блоки из труб. На всю толщину стены предусмотрена заделка труб и каналов кабельной

канализации с тщательным заполнением пустот между трубами материалом с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости этих конструкций;

- предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций в местах прохождения проводов и кабелей через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости.

Таким образом, мы рассмотрели меры, обеспечивающие пожарную безопасность на железнодорожном вокзале «Гольятти». Провели сравнительную характеристику систем пожаротушения и рекомендуем установку системы автоматического газового пожаротушения Novek 1230 в железнодорожных вагонах.

4 Охрана труда

Обеспечение безопасного труда во многих сферах деятельности должно гарантироваться для всех сотрудников. Однако есть виды деятельности, в которых присутствуют вредные факторы, из-за специфики работы. В связи с этим, обеспечение благоприятных условий труда работнику не может быть гарантировано [20].

Вредные производственные факторы (ВПФ) это условия, при которых происходят повышенные нагрузки на психологическое и физическое самочувствие человека. Вредными условиями считаются те, в которых присутствие вредных факторов превышает установленные нормы организации. И высокими рисками считаются опасные условия, которые значительно превышают установленные нормы.

Классифицируются вредные производственные факторы в зависимости от специализации, по способу воздействия на человека их можно разделить на:

- физические,
- психофизиологические,
- химические,
- биологические.

Перечисленные вредные производственные факторы по способу воздействия на человека можно отнести практически к любой сфере деятельности.

Если рассмотреть такую профессию как машинист локомотивов, то можно отметить следующие особенности этой работы:

- высокая ответственность;
- монотонные условия, при этом всегда нужно быть готовым к любым экстренным ситуациям;
- к оперативному мышлению предъявляют повышенные требования;

- машинист может испытывать психоэмоциональное напряжение, поскольку отвечает за жизни людей, сохранение материального имущества;
- соблюдение графика движения.

Таким образом, на машиниста оказывается воздействие психофизиологическое, а также химическое и физическое.

К вредным производственным факторам, обусловленным физическим воздействием можно отнести:

- температура: пониженная или повышенная, тепловое излучение;
- магнитные и электрические поля и излучения;
- локальная и общая вибрация;
- производственный шум;
- пыли и аэрозоли фиброгенного действия;
- недостаточная освещенность;
- напряжение в электрической цепи.

К вредным производственным факторам, обусловленным химическим воздействием можно отнести:

- токсические вещества: сернистый газ, одорант, метанол, сероводород;
- малотоксичные вещества; окись углерода, природный газ.

Для защиты от опасных и вредных производственных факторов машинисту бесплатно выдают сертифицированные средства индивидуальной защиты (СИЗ) согласно «установленных норм, в зависимости от времени года и условий труда, а также смывающие и обезвреживающие средства» [16].

СИЗ работникам выдаются согласно «Типовым нормам бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта РФ, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях

или связанных с загрязнением, утв. Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 октября 2008 г. N 582н.» [16].

Рассмотрим на рисунке 8 регламентированную процедуру по обеспечению хранения средств индивидуальной защиты:

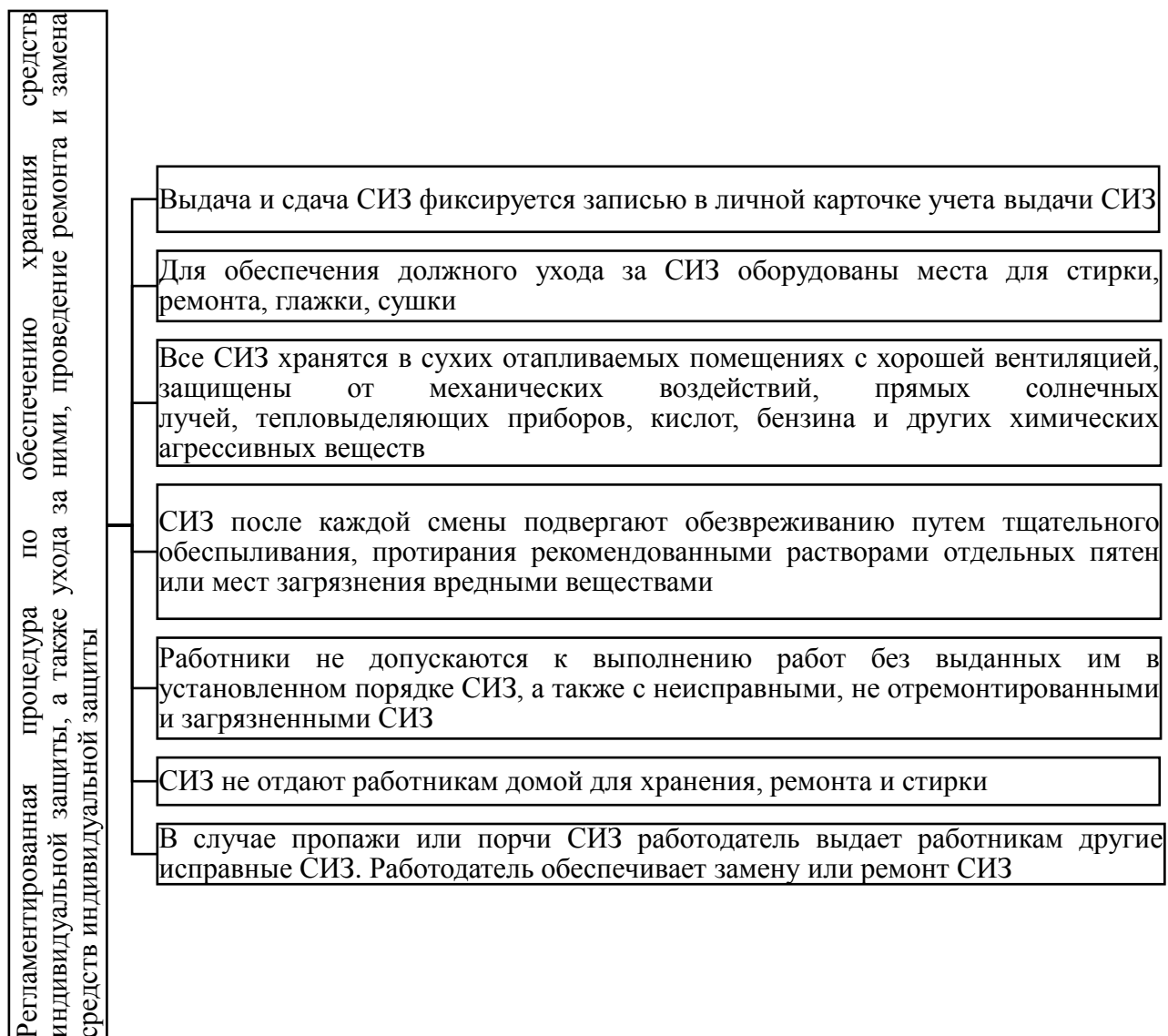


Рисунок 8 - Регламентированная процедура по обеспечению хранения средств индивидуальной защиты

Таким образом, обеспечение безопасности труда работника должно быть гарантировано работодателем, даже в тех случаях, когда условия труда включают в себя вредные и опасные факторы. В таких случаях, необходимо проводить обучения и инструктажи, где сотрудник может ознакомиться с имеющимися в организации вредных или опасных производственных факторов, изучить внутренние документы организации и инструкции, где прописаны требования охраны труда, изучить иную эксплуатационную и техническую документации, где могут быть описаны безопасные методы выполнения работ.

В целом, охрана труда выполняет функции защиты труда работников, обеспечивая стабильную производительность в организации, а также решает вопросы по защите здоровья и жизни сотрудников компании. Несоблюдение требований по охране труда, может привести к высокому росту профессиональных заболеваний и травматизма.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.

Идентификация экологических аспектов организации

Железнодорожный транспорт на сегодняшний день является наиболее экологичным, если сравнивать с другими видами транспорта. Несмотря на это, железнодорожные поезда, станции и вокзалы загрязняют окружающую среду, например, вредные вещества подвижного состава в результате выброса загрязняют почву, воздух и воду [11].

К негативным факторам воздействия вагонов на окружающую среду можно отнести: вибрацию и шум, утечку из узлов трения смазочных материалов, металлическую пыль при истирании и торможении железнодорожных рельсов, выбросы озоноразрушающих веществ и бытовых отходов. В масштабах страны доля общего объема загрязнения почвы, воды и воздуха от воздействия железнодорожного вокзала, станций и поездов составляет: для атмосферы - 0,72% выбросов от станций и 1,00% от передвижных источников; водоемы загрязняются от сброса сточных вод - 0,09% и 0,08% загрязнения от отходов производства.

Воздействие железнодорожного вокзала «Тольятти» на атмосферу. При сжигании топлива тепловозы и иная путевая техника выделяют с выхлопными газами такие вещества как: азот, оксид серы, углерод, альдегиды. В городских районах и вблизи грузовых станций загрязняется воздух от локомотивного двигателя, поскольку в атмосферу выбрасываются продукты горения, негативно воздействующие на здоровье. Неорганизованные выбросы происходят от летучих химикатов и перегрузки топлива, а к выбросам пыли приводят сухие гранулированные материалы при транспортировке [11].

Атмосферные выбросы предприятий железнодорожного транспорта содержат твердые вещества органического и неорганического происхождения: пыль, сажа - 50 %, окись углерода - 23 %, диоксид серы - 22 %, диоксид азота - 3%, прочие (пары кислот и щелочей, фтористые

соединения, углеводороды, сероводороды, ацетон, пары бензина, аммиак) - 2%. В последние годы объем выбросов в атмосферу существенно сократился благодаря структурным изменениям локомотивного парка - замене паровозов и тепловозов на электровозы. Рассмотрим таблицу 9.

Таблица 9 - Негативное воздействие железнодорожного вокзала «Тольятти» на окружающую среду

Источник загрязнения	Выделяющиеся вредные вещества и количество	Пути решения
Мойка	От 1,5 до 20,0 мг/м ³ пыли, от 1,0 до 5,0 мг/м ³ карбоната натрия. Щелочи, кислоты, СПАВ, нефтепродукты, фенолы.	Снижение выбросов, за счет контроля выбросов вредных газовых примесей в атмосферу и применения эффективных газоочистных устройств
Смазка и замена комплектующих	Оксиды азота, оксид углерода, масляный туман, углеводороды, пыль и сажа	
Ремонт топливной аппаратуры и регулировка	Бензин, дизельное топливо, керосин, бензол, ацетон	
Перемещение подвижного состава	Сернистый ангидрид, углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, сажа	
Процесс обработки шпал	Нафталин, антрацен, бензол, толуол, ксилол, фенол, относящиеся в большинстве своем ко второму классу опасности	
Использование лаков, растворителей, грунтовок шпатлёвок	Формальдегид в концентрации от 10 до 150 мг/м ³ . Пары содержат ксилол, бензол, ацетон, бутиловый спирт, уайт-спирит, толуол	
Нанесение лакокрасочных покрытий	Пары, растворители, аэрозоль краски.	Применение новых технологий покраски вагонов
Перевозка и перегрузка грузов из вагонов	Ежегодно около 3,3 млн. т руды, 0,15 млн. тонн солей и 0,36 млн. т минеральных удобрений	Очистка почв до нормативных показателей содержания загрязняющих веществ
Заправка колесных букс, неисправность котлов, утечка из цистерн	Нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы от 5 до 20 г на 1 кг грунта	
Пассажирские станции	Сточные воды, загрязненные минеральными и органическими примесями, включая жиры и моющие средства. В зависимости от вида моющего средства в стоках могут присутствовать поверхностно-активные вещества, щелочи и кислоты	Отчистка сточных вод от нефтепродуктов с применением комбинирования фильтрации и сорбции

Продолжение таблицы 9

Источник загрязнения	Выделяющиеся вредные вещества и количество	Пути решения
Пассажирские вагоны	Выбросы сухого мусора, до 12 т в год. Загрязнение окружающей среды и железнодорожного полотна пластиком, целлофановыми пакетами. Загрязненные сточные воды выливаются на каждый километр пути до 200 м ³	В пассажирских вагонах установка аккумулярующих емкостей для сбора стоков и мусора
Истирание ходовой части, утечка, рассыпание груза в почвы обочин	Железо, марганец, хром, свинец, кобальт и др.	Пиролиз

Воздействие железнодорожного вокзала «Тольятти» на литосферу. На полотно пути при остановке поездов выбрасывается окалина от тормозных колодок. Имеются насыпи от железных дорог, рельсов и шпал, которые разделяют экосистему на части, создавая искусственный барьер. Животные не смогут перейти на другую сторону, а растения, в свою очередь, не смогут естественным путем разрастаться.

К негативному влиянию железнодорожного вокзала «Тольятти» на гидросферу можно отнести образование сточных вод. Образуются сточные воды в процессе наружной промывки узлов деталей, обмывки подвижного состава, аккумуляторов, стирке спецодежды, мытья смотровых канав. Локомотивное депо сбрасывает от 20 до 400 тыс. м³ сточных вод в год, грузовое вагонное депо: от 20 до 150 тыс. м³, пассажирское депо сбрасывает: от 30 до 180 тыс. м³. Сточные воды загрязняют окружающую среду кислотами и щелочами, нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами.

В связи с тем, что сточные воды оказывают токсичное воздействие на экологию и содержат в себе вещества, относящиеся к классу особо опасных, необходима очистка. На сегодняшний день, в производстве используются модульные установки по очищению сточных вод. Модульные установки

обеспечивают надежность в эксплуатации, минимальные затраты на содержание, простота монтажа.

На рисунке 9 рассмотрим принципиальную схему очистки сточных вод с применением комбинирования сорбции, электрофлотации и фильтрации.

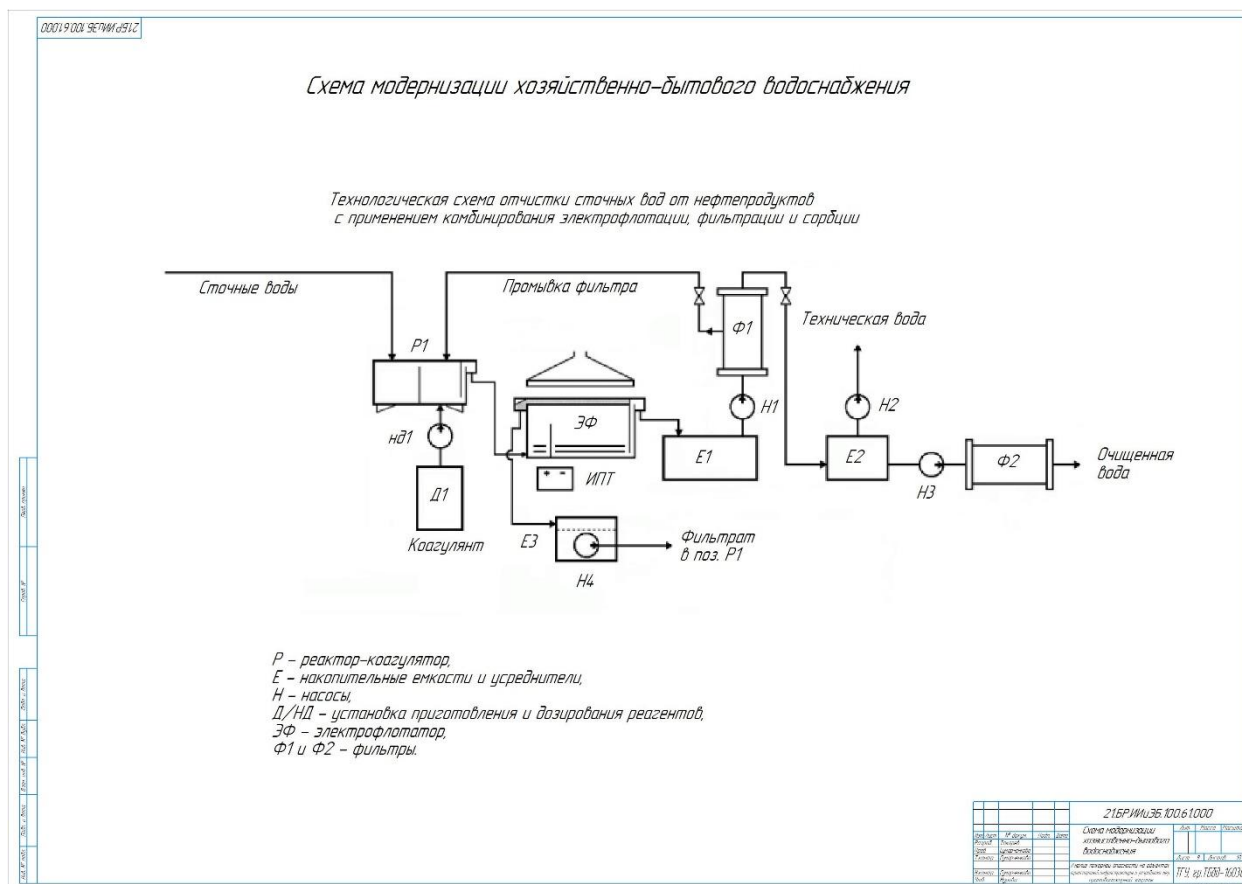


Рисунок 9 - Принципиальная схема очистки сточных вод

Согласно рисунку 9, в реакторе-коагуляторе происходит обработка сточных вод коагулянтом. При этом агрегативная устойчивость водно-масляной эмульсии повышается. Коагулянт подается при помощи системы дозирования и приготовления. Далее происходит перемешивание жидкости лопастной мешалкой в реакторе. После обработки, сточные воды поступают в электрофлотатор, где извлекаются: моторное топливо, промышленные масла, нефтепродукты.

В электрофлотаторе микропузырьки дисперсностью от 20 до 70 мкм электролитических газов, захватывая хлопья дисперсной фазы, поднимают их наверх, где образуется слой пены флотоконцентрата. Далее скимером флотоконцентрат удаляется в гравитационный фильтр.

Из электрофлотатора осветленная вода попадает в фильтр, затем очищенная вода попадает в емкость и используется вторично, сокращая водопотребление. Такие сооружения глубоко очищают воду и дают возможность вторичного использования воды.

Таким образом, железнодорожный вокзал «Тольятти» оказывает негативное воздействие на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу), а также образует сточные воды, загрязненные вредными веществами. Образуются сточные воды в процессе наружной промывки узлов деталей, обмывки подвижного состава, аккумуляторов, стирке спецодежды, мытья смотровых канав и содержат в себе нефтепродукты и иные взвешенные вещества. В связи с этим была рассмотрена принципиальная схема очистки от нефтепродуктов сточных вод с применением соединения сорбции, фильтрации и электрофлотации. Такая очистка позволяет повторно использовать очищенную воду в производственных целях.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности заключается в разработке плана мер по пожарной безопасности, которые направлены на обеспечение пожарной безопасности на железнодорожном вокзале «Тольятти». Помимо этого необходимы расчеты годовых потерь в случае возникновения пожара, и определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий [21].

Таким образом, рассмотрим план мероприятий по улучшению пожарной безопасности железнодорожного вокзала «Тольятти», представленный в таблице 10.

Таблица 10 - План пожарной безопасности железнодорожного вокзала «Тольятти»

Наименование мероприятий	Срок выполнения	Ответственный за выполнение
Организовать изучение и контроль за соблюдением правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности всеми сотрудниками, обеспечив подразделения объекта средствами противопожарной пропаганды	На постоянной основе	Ответственный за пожарную безопасность
Проводить техническое обслуживание и проверку работоспособности средств пожаротушения и обнаружения пожара	Ежемесячно	Ответственный за пожарную безопасность
Организовать контроль за погрузкой, сортировкой и выгрузкой опасных грузов в части соблюдения мер пожарной безопасности, а также за подготовкой подвижного состава под погрузку указанных грузов	На постоянной основе	Ответственный за пожарную безопасность
Совершенствование противопожарного режима, снижение пожарной опасности технологических процессов; производственного оборудования и подвижного состава	В течение года	Ответственный за пожарную безопасность

Проведем расчет годовых потерь в случае возникновения пожара на железнодорожном вокзале «Гольятти» и определим интегральный эффект от противопожарных мероприятий.

Исходные данные:

- J: вероятность, в случае если возник пожар, $3,1 \times 10^{-6}$ м² в год;
- F: общая площадь вокзала, 6612 м²;
- F_{пож}: площадь пожара на время тушения первичными средствами, 4 м²;
- F₁: площадь тушения привозными средствами, 80 м²;
- F₂: при отказе всех средств, 6612 м²;
- F₃: площадь тушения установками автоматического пожаротушения, 40 м²;
- C_т: стоимость поврежденного оборудования, 30000 руб./м²;
- 0,52: коэффициент, который учитывает степень уничтожения объекта от тушения привозными средствами;
- C_к: стоимость частей здания, который были повреждены во время пожара, 15000 руб./м²;
- p₁: вероятность тушения первичными средствами, 0,85;
- p₂: привозными средствами, 0,75;
- p₃: средствами автоматического пожаротушения, 0,86;
- k: коэффициент косвенных потерь, 2,8;

Рассчитаем годовые потери от возникшего пожара, потушенного первичными средствами пожаротушения M(П1), формула (1):

$$M(П1) = M(П_1) + M(П_2) + M(П_3), \quad (1)$$

где M(П₁) - ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, руб./год;

M(П₂) - привозными средствами, руб./год;

M(П₃) - при отказе всех средств, руб./год.

Рассмотрим расчеты, представленные в формулах (2), (3), (4), (5):

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 = 7752, \quad (2)$$

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_1 + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 = 10737,09, \quad (3)$$

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_2 + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] = 565368,75, \quad (4)$$

$$M(\Pi) = 7752 + 10737,09 + 565368,75 = 583857,84. \quad (5)$$

Проведем расчет годовых потерь от возникшего пожара, если объект обеспечен системами автоматического пожаротушения, формула (6):

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (6)$$

где $M(\Pi_1)$ - ожидание годовых потерь в случае пожара, если тушение

производится первичными средствами пожаротушения, руб./год;

$M(\Pi_2)$ - тушение установками автоматического пожаротушения,

руб./год;

$M(\Pi_3)$ - привозными средствами пожаротушения, руб./год;

$M(\Pi_4)$ – потери в случае пожара, при отказе всех средств пожаротушения, руб./год.

Проведем расчеты, формулы (7), (8), (9), (10).

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_3 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 = 11764,8, \quad (7)$$

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_1 + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 = 1503,2, \quad (8)$$

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_2 + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} = 79151,6, \quad (9)$$

$$M(\Pi) = 7752 + 11764,8 + 1503,2 + 79151,6 = 100171,6 \text{ руб. год} \quad (10)$$

Далее необходимо рассчитать P - расходы на содержание установок автоматического пожаротушения, формула (11):

$$P = A + C, \quad (11)$$

где A - затраты на амортизацию установок автоматического

пожаротушения, руб./год;

C - текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год.

Текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.) рассчитываются по формуле (12):

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} \quad (12)$$

где $C_{т.р.}$ - затраты на текущий ремонт, руб.;

$C_{с.о.п.}$ - затраты на оплату труда обслуживающего персонала, руб.;

$C_{о.в.}$ - затраты на огнетушащее вещество, руб.

Текущие затраты на ремонт рассчитываются по формуле (13):

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} = \frac{60000 \cdot 4}{100} = 2400, \quad (13)$$

где K_2 - капитальные затраты на установку автоматических систем тушения, руб.;

$H_{т.р.}$ - норма текущего ремонта, %.

Расчеты затрат на оплату труда сотрудников производятся по формуле (14):

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ = 12 \cdot 45 \cdot 20000 = 10800000, \quad (14)$$

где $Ч$ - численность сотрудников, чел.;

$ЗПЛ$ – оплата труда одного работника, руб./мес.

Расчеты затрат на огнетушащее вещество производятся по формуле (15):

$$C_{o.в.} = W \cdot Ц \cdot k_{т.з.с.р.} = 100 \cdot 30 \cdot 1,35 = 4050, \quad (15)$$

где W - расход огнетушащего вещества годовой, 100;

Ц - стоимость одного огнетушащего вещества, руб./т;

$K_{т.з.с.р.}$ - коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов, 1,35.

Проведем расчет текущих затрат по формуле (16):

$$C2 = 2400 + 10800000 + 4050 = 10806450. \quad (16)$$

Затраты на амортизацию установок автоматического пожаротушения рассчитываются по формуле (17):

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} = \frac{60000 \cdot 8}{100} = 4800, \quad (17)$$

где K_2 - капитальные затраты на приобретение установок автоматического тушения пожара, руб.;

H_a - норма амортизации, %.

Таким образом, получаем формулу (18):

$$P2 = 4800 + 10806450 = 10811250. \quad (18)$$

Рассчитаем P1: базовые эксплуатационные расходы, рассчитываются в формуле (19):

$$P1 = C_{c.o.n.} + C_{o.в.} = 5400000 + 4050 = 10804050. \quad (19)$$

Чистый дисконтированный поток доходов по каждому году рассчитывается по формуле (20). Полученные результаты отразим в таблице 11.

$$I_t = ([M(\Pi 1) - M(\Pi 2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+\text{НД})^t} - (K_2 - K_1), \quad (20)$$

где t – год осуществления затрат;

НД - постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал, 0,1;

M(Π1), M(Π2) - расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K1, K2 - капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P1, P2- эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год.

Таблица 11 - Денежные потоки

Год осуществления проекта T	M(Π1)- -M(Π2)	P ₂ -P ₁	1/(1+НД) ^t	[M(Π1)-M(Π2)- -(P ₂ -P ₁)]· ×1/(1+НД) ^t	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	483686,24	7200	1/(1+0,1) ¹ =0,9	428838	60000	368838
2	483686,24	7200	1/(1+0,1) ² =0,83	395484	0	395484
3	483686,24	7200	1/(1+0,1) ³ =0,75	357365	0	357365
4	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁴ =0,68	324011	0	324011
5	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁵ =0,62	295421	0	295421
6	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁶ =0,56	266832	0	266832
7	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁷ =0,51	243008	0	243008
8	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁸ =0,47	223949	0	223949
9	483686,24	7200	1/(1+0,1) ⁹ =0,42	200124	0	200124
10	483686,24	7200	1/(1+0,1) ¹⁰ =0,39	185830	0	185830

Путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы 10, рассчитаем интегральный экономический эффект по формуле (21):

$$I = \sum_{t=0}^T I_t = 2860859 \quad (21)$$

Расчеты из формулы (21) показывают положительный интегральный экономический эффект. Таким образом, можно сделать вывод, что мероприятия по улучшению пожарной безопасности, а именно рекомендуемая автоматическая установка газового пожаротушения для железнодорожного вокзала «Тольятти» является эффективным средством тушения пожара.

Таким образом, можно сделать вывод: разработан план мероприятий по пожарной безопасности, расчет годовых потерь при возникновении пожара и рассчитан интегральный эффект от противопожарных мероприятий.

Заключение

На сегодняшний день актуальной проблемой остается обеспечение пожарной безопасности, жизнедеятельность людей должна быть травмобезопасной. В связи с этим, политика государства должна быть направлена на снижение рисков природного характера и рисков возникновения чрезвычайных ситуаций по вине человека. Пожары относятся к одному из видов чрезвычайных ситуаций.

Возникновение пожаров, чаще всего происходит по вине человека. В связи с этим должны осуществляться соответствующие профилактические формы воздействия на общественное сознание, путем передовых информационных технологий. Такие профилактические меры направлены на препятствие возникновения пожаров и включает в себя обширный комплекс организационных и пропагандистских мер. Обязанностью любого человека в сфере пожарной безопасности, является соблюдение требований по пожарной безопасности.

В данной исследовательской работе рассматривается тема пожарной опасности на объектах транспортной инфраструктуры и меры противопожарной защиты.

В качестве исследования нами был выбран Железнодорожный вокзал «Тольятти», тактическая характеристика которого изучается в первом разделе нашей работы. Были рассмотрены данные о пожарной нагрузке, противопожарное водоснабжение, отопления и вентиляции, данные о системе противопожарной защиты объекта, сведения о характеристиках электроснабжения, а также план расположения объекта на местности.

Во втором разделе мы рассмотрели возможные места, так как здание II степени огнестойкости, огонь может распространиться через проемы в

местах прохода различных коммуникаций: электрокабелей, вентиляции. Также был рассмотрен план действий персонала при возникновении пожара. Таким образом, руководство и подчиненные обязаны выполнять определенные требования по пожарной безопасности. В первую очередь, первый обнаруживший пожар сотрудник, должен сообщить в пожарную охрану и сообщить необходимые данные, после чего должен оповестить весь персонал и руководителя. При обнаружении пожара, немедленно проводится эвакуация людей проводится через пути и выходы, согласно плану эвакуации.

В третьем разделе рассматриваются меры противопожарной безопасности на железнодорожном вокзале. Так как на железнодорожных вокзалах высокая пожарная нагрузка, наличие большого кабельного хозяйства, протяженные линии под высоким напряжением, а с другой стороны большой поток людей, наиболее эффективный способ тушения пожара с использованием автоматической системы газового пожаротушения в поездах - Novac 1230.

Далее были рассмотрены: охрана труда, в том числе СИЗ для защиты от опасных и вредных производственных факторов на железнодорожном вокзале «Тольятти», и окружающая среда, где были рассмотрены вредные вещества, выделяемые при различных производственных процессах на железнодорожном вокзале «Тольятти».

Если рассматривать воздействие транспортной инфраструктуры на окружающую среду, на примере железнодорожного вокзала, то можно сделать вывод: железнодорожный транспорт оказывает сильное шумовое загрязнение окружающей среды, служит источником чужеродных вибраций, загрязняет атмосферу, гидросферу и литосферу.

Таким образом, тема пожарной безопасности на транспорте остаётся актуальной на сегодняшний день. Это обусловлено, прежде всего, большим количеством разнообразных пожароопасных материалов и веществ, таких как топливо, масла, гидравлические жидкости, электропроводка,

пластмассовые и резиновые изделия, аккумуляторы, находящиеся вблизи узлов, способные нагреваться в рабочих режимах выше температуры вспышки паров горючего. Помимо этого, возгорание может произойти во время стоянки или движения, после незначительной аварии или при запуске двигателя. Около 70% пожаров, происходит вследствие технических неисправностей, например, электропроводки, системы отопления, неисправности электрооборудования, разгерметизации топливопроводов и т.п. Возгорание может произойти даже в связи со сбоями систем в работе железнодорожного транспорта.

В связи с этим, необходимо на постоянной основе совершенствовать пожарную безопасность и внедрять современные автоматические системы пожаротушения для транспорта. Своевременный и ответственный подход организации к вопросам пожарной безопасности поможет избежать материальных затрат, сохранит человеческие жизни и обеспечит устойчивость функционирования организации.

Список используемых источников

1. Автоматическая газовая система пожаротушения Novac 1230 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.novac-1230.ru/ru/novac/automatic-gas-fire-system-novac-1230> (дата обращения: 23.09.2021).

2. Актуальные проблемы пожарной безопасности [Электронный ресурс] // Материалы XXXII Международной научно-практической конференции. М.: ВНИИПО МЧС России, 2020. - URL: <https://fireman.club/literature/aktualnye-problemy-pozharnoj-bezopasnosti-2020/> (дата обращения: 13.08.2021).

3. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов ж.д. транспорта/В. С. Дикаревский, П. П. Якубчик, В. Г. Иванов, Е. Г. Петров. М.: Транспорт. 440 с.

4. Журнал «Пожарная безопасность» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vniipo.ru/orders/magazine/magazine.htm>(дата обращения: 13.08.2021).

5. Инфраструктура железнодорожного транспорта. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 153.13130.2013.URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097503>(дата обращения: 5.07.2021).

6. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: от 30.12.2001 № 195-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 13.08.2021).

7. Лекция «Введение. Правила пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. URL:<https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/ptm/lecture/531> (дата обращения: 13.08.2021).

8. Лекция «Пожарная опасность предприятия» [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/ptm/lecture/532> (дата обращения: 13.08.2021).

9. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры Приложение к приказу от 30.01.2020 № 145.

10. Научный журнал ПОЖАРЫ И ЧС [Электронный ресурс]: № 1-2020. URL: https://disk.yandex.ru/i/7dIO9j5r_t9ufw (дата обращения: 13.08.2021).

11. Основные виды загрязнений [Электронный ресурс]. URL: https://spravochnick.ru/ekologiya/ekologicheskie_problemy_razlichnyh_vidov_transporta_na_okruzhayuschuyu_sredu/vozdeystvie_zheleznodorozhnogo_transporta_na_okruzhayuschuyu_sredu/ (дата обращения: 13.08.2021).

12. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] // Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (последняя редакция). URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/federalnye-zakony/840> (дата обращения: 20.08.2021).

13. О добровольной пожарной охране [Электронный ресурс] // Федеральный закон от 06.05.2011 № 100-ФЗ (ред. от 22.02.2017). URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/3145> (дата обращения: 20.08.2021).

14. Пожарная безопасность железнодорожных станций и вокзалов [Электронный ресурс]. URL: fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-zheleznodorozhnyh-stancij-i-vokzalov-trebovaniya/ (дата обращения: 10.07.2021).

15. Противопожарная пропаганда: Учебное пособие для обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России / Т. Н.

Смирнова, О. Д. Ратникова, В. В. Володченкова, А. А. Чистякова. М.: ВНИИПО, 2018.

16. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук [Электронный ресурс] //ГОСТ 12.4.103-83. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005295> (дата обращения: 13.08.2021).

17. Средства пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://zarya.one/blog/sredstva-pozharotusheniya/> (дата обращения: 25.09.2021).

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] //Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/federalnye-zakony/3143> (дата обращения: 20.08.2021).

19. Транспорт железнодорожный. Основные понятия. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 34530-2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200167867> (дата обращения: 13.08.2021).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 13.08.2021).

21. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) / Фрезе Т. Ю. – Тольятти: ТГУ, 2019. 60 с.

22. Хасанов И. Р., Варламкин А. А. Пределы огнестойкости кабельных проходок при совместном воздействии пожара и токовой нагрузки // Пожарная безопасность. 2019. № 4. С. 62-70.