

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

Институт инженерной и экологической безопасности  
(наименование института полностью)

Департамент балакавриата  
(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность  
(направленность (профиль)/ специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка методов и средств по обеспечению пожарной безопасности и тушению пожара на железнодорожном вокзале «Сызрань-Город», по адресу Самарская область, г. Сызрань, ул. Сланцевая, 2.

Студент

Е.А. Масляев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Краснов

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2020

## Аннотация

Место прохождения практики – государственное казенное учреждение «Поисково-спасательная служба Самарской области» (далее - ГКУ «ПСС СО»).

Целью исследования является знакомство с деятельностью ГКУ «ПСС СО», а также способах обеспечения пожарной безопасности объектов, закрепленных за организацией.

Объект исследования – ж/д станция «Сызрань-город», закрепленная за ГКУ «ПСС СО».

В работе дана оперативно-тактическая характеристика объекта тушения пожара, изучена организация тушения пожара обслуживающим персоналом до прибытия пожарных подразделений, рассмотрен процесс организации проведения спасательных работ, перечислены средства и способы тушения пожара, требования охраны труда и техники безопасности.

Технический результат изобретения заключается в уменьшении времени перекрытия пожарными расчетами проемов в зданиях, а также в значительном увеличении времени безопасного пребывания спасателей и потерпевших за пределами очага возгорания под защитой теплового экрана с повышенными огнезащитными свойствами.

Дополнительный технический результат заключается в упрощении и облегчении условий эксплуатации переносного средства, особенно в зонах распространения открытого пламени. Использование предложенного технического решения позволяет также облегчить условия эвакуации из зоны возгорания, уменьшить количественный состав пожарных расчетов и повысить уровень пожарной безопасности помещений при обеспечении условий тактической вентиляции в здании.

Объем работы – 49 страниц.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	5
Обозначения и сокращения.....	6
1 Оперативно-тактическая характеристика объекта.....	7
2 Организация действий персонала до прибытия подразделений МЧС.....	9
3 Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности.....	12
4 Организация тушения пожара.....	20
5 Технологии ведения поисково-спасательных и аварийно- спасательных работ на объекте при пожарах и ЧС.....	26
6 Охрана труда.....	29
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	33
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	38
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	47

## Введение

Бакалаврская работа написана на базе ж/д станции вокзала «Сызрань-Город», по адресу Самарская область, г.Сызрань, ул. Сланцевая, 2 - объекта, закрепленного за ГКУ «ПСС СО».

Железнодорожное сообщение играет огромную роль в жизни и развитии любого государства. В нашей стране на долю железной дороги приходится около 70% от общего числа перевозок всеми видами транспорта. Транспортная сеть железных дорог связывает все пространство нашей огромной страны в единое целое. Эксплуатационная протяженность сети железнодорожного транспорта составляет 85,5 тысяч километров. 43, 7 тысяч из них электрифицировано. Система железных дорог представляет целый комплекс хозяйственных процессов. Обеспечить пожарную безопасность ж/д станций, грузовых и пассажирских составов крайне важно, так как в них возможна перевозка и хранение горючих и легковоспламеняющихся веществ, а также имеется большое количество проводов.

Целью исследования является знакомство с деятельностью комплекса, а также способах обеспечения ее пожарной безопасности. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- дать оперативно-тактическую характеристику объекта;
- рассмотреть процесс организации действий персонала до прибытия подразделений МЧС;
- разработать инженерно-технические решения по обеспечению пожарной безопасности
- проанализировать организацию тушения пожара;
- изучить технологии ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ на объекте при пожарах и ЧС;
- рассмотреть принципы охраны труда и окружающей среды;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Термины и определения

Пожар – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных.

Железнодорожная станция – «основной объект железнодорожного транспорта, один из видов отдельных пунктов, имеющий путевое развитие, позволяющий производить операции по приёму, отправке, скрещению и обгону поездов, операции по приёму, выдаче грузов, багажа и грузобагажа и обслуживанию пассажиров, а при развитых путевых устройствах – маневровую работу по формированию и расформированию поездов и технические операции с поездами» [3].

Пожарная техника (противопожарная техника) – «это технические средства для предотвращения, ограничения развития, тушения пожара, защиты людей и материальных ценностей от пожара» [15].

Система предотвращения пожара – это комплекс мер и технических средств, которые направлены на исключение условий появления возгораний. Для этого применяются различные устройства, обеспечивающие безопасность людей при нахождении в помещении.

Локализация пожара – «действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами» [16].

## Обозначения и сокращения

ГКУ «ПСС СО» – государственное казенное учреждение «Поисково-спасательная служба Самарской области».

Ж/д – железнодорожная.

ГСМ – горюче-смазочные материалы.

НГЧ – дистанция гражданских сооружений.

ПЧ – дистанция пути, начальник дистанции пути.

ШЧ – дистанция сигнализации и связи.

ЭЧК – район контактной сети дистанции электроснабжения, начальник района контактной сети.

РДЖВ – региональная дирекция железнодорожных вокзалов.

ПГ – пожарный гидрант.

ППВ – противопожарное водоснабжение.

ПО – пенообразователь.

ТЧ – тяговая часть.

ЭЧЭ – тяговая подстанция.

СУГ – сжиженные углеводородные газы.

АГВТ – автомобиль газоводяного тушения.

ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости.

АЦ – автоцистерна.

АЛ – автолестница.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

РТП – руководитель тушения пожара.

АСР - аварийно-спасательные работы.

## 1 Оперативно-тактическая характеристика объекта

Станция «Сызрань-город» состоит из двух приемоотправочных парков – чётного и нечётного, и одного сортировочного, а также грузового двора. Пожарная опасность станции характеризуется большим количеством перевозимых через станцию, обрабатываемых на станции вагонов с взрывоопасными и пожароопасными грузами, а также наличием на станции складов ГСМ, пожароопасных производств.

Здания с наиболее пожароопасными производствами имеют предприятия:

- НГЧ-4 – автомобильный гараж, деревообрабатывающий цех, автозаправочная станция;
- ПЧ-15 – автомобильные гаражи, мастерские.
- ЭЧК-7 – склад ГСМ, гараж.
- ШЧ-10 – автомобильный гараж, мастерские
- распределительная база - складирование горючих материалов [17].

Здания с массовым пребыванием людей:

- бывшее здание отделения дороги – рассчитано на 600 человек;
- железнодорожный вокзал (РДЖВ) – 500 человек;

Протяженность станции составляет 4 км. Станция двухпутная (два главных пути I, II) имеет схему продольного типа. Что является наиболее сложным расположением станции в оперативно-тактическом отношении.

Сложное путевое развитие и большое количество грузовых поездов, прибывающих по четному (восточному) и нечетному (западному) направлениям, в 4 стороны, значительно осложняющие действия пожарных подразделений при прокладке рукавных линий и тушению пожаров в подвижном составе. Четный парк имеет 7 приемоотправочных путей, нечетный парк – 10, сортировочный – 9.

Практически все здания ж/д станции «Сызрань-город» оборудованы автоматическими установками пожарной сигнализации с выводом на пульт в

местах с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала, однако вывода на пульт пожарной охраны не предусмотрено.

Станция оборудована следующими источниками ППВ:

- ПГ-9 К-100 - на площади вокзала;
- ПГ-14 К-100 - на месте дислокации пожарного поезда;
- ПГ-18 К-100 - на территории базы;
- приспособленная для забора воды пожарными автомобилями.

На летний период вводится в боевой расчет пожарного поезда 2 цистерны с рабочего парка по 60 тонн каждая. Запас пенообразователя ПО-6 10 тонн находится в локомотивном депо (ТЧ-5). Снабжение электроэнергией контактной сети (для приведения в движение электровозов) осуществляется от тяговой подстанции ЭЧЭ-5, расположенной на 3912 км – за зданием торгово-экономического техникума. Снабжение электроэнергией объектов железной дороги осуществляется от трансформаторных подстанций, расположенных вдоль железной дороги. Отключение электроэнергии производится силами обслуживающего персонала.

Отопление: водяное, из котельной (теплоноситель – вода  $t^0 = 70-100^0$ ).

Вентиляция: вытяжная, естественная. Варианты возникновения пожара:

1. Возникновение пожара в центре камеры хранения на первом этаже.
2. Возникновение пожара в результате столкновения вагона и цистерны с СУГ. При проведении маневровых работ на 7 пути нечетного парка станции произошло столкновение вагона и цистерны, содержащей СУГ (пропан).

Не исключена возможность неосторожного обращения с огнём персонала и посетителей. В случае возникновения пожара, с учётом, что в помещениях находится мягкая и корпусная мебель (деревянные изделия, ткани, ковры, пластик, краски и т.д.), горючая загрузка очень высока, огонь может распространяться, выделяя большое количество тепла и продуктов горения. Линейная скорость распространения огня для данных объектов составляет 0,5 – 1,2 м/мин. Сильное задымление, высокая температура затрудняет действия личного состава пожарной охраны. Вероятна паника.



## **2 Организация действий персонала до прибытия подразделений МЧС**

За пожарную безопасность вокзала отвечает руководитель — он контролирует все организационные мероприятия. Руководитель обязан:

- ввести противопожарный режим,
- назначить ответственных за пожарную безопасность для каждого подразделения,
- проводить для сотрудников пожарный инструктаж и обучать пожарно-техническому минимуму,
- разработать инструкцию о мерах пожарной безопасности,
- периодически осматривать территорию и помещения, исправлять найденные нарушения,
- следить за соблюдением правил,
- защитить помещения противопожарными системами и средствами связи и поддерживать их рабочее состояние [22].

Начальник станции или его заместитель после получения сообщения от дежурного по станции о возникновении пожара (загорания) на объектах железнодорожного транспорта или в подвижном составе обязан:

- принять меры для повышения давления в водопроводной сети объекта до нормативной величины, сократить, при необходимости, водопотребление на хозяйственные нужды;
- обеспечить встречу оперативных пожарных подразделений и доложить прибывшему старшему начальнику о характере пожароопасной ситуации или пожара.

При возникновении пожара (загорания) в пассажирском поезде ответственность за организацию тушения пожара в начальный период и эвакуацию пассажиров несет начальник поезда [18].

Каждый работник поезда при обнаружении пожара (загорания) или задымления в вагоне обязан:

- остановить поезд стоп-краном (за исключением случаев, когда поезд находится в тоннеле, на мосту, виадуке, акведуке, путепроводе или под мостом и в других местах, не допускающих эвакуацию пассажиров и препятствующих тушению пожара);
- по внутripоездной связи или по цепочке через проводников соседних вагонов вызвать начальника поезда и поездного электромеханика к месту пожара и сообщить о пожаре машинисту локомотива;
- не дожидаясь прибытия начальника поезда и электромеханика приступить к тушению пожара установкой пожаротушения или первичными средствами.

Машинист локомотива должен передать сообщение о пожаре поездному диспетчеру или дежурному по ближайшей станции с целью вызова подразделений пожарной охраны.

Начальник поезда обязан организовать эвакуацию пассажиров с одновременным тушением пожара в соответствии с Инструкцией по обеспечению пожарной безопасности в вагонах пассажирских поездов.

При необходимости начальник поезда совместно с электромехаником, машинистом и помощником машиниста должен произвести расцепку состава и отвод горящего вагона на расстояние, исключающее возможность перехода огня на соседние вагоны (не менее 10 м) или близко расположенные здания и сооружения. При этом необходимо учесть возможность удобного подъезда передвижных средств пожаротушения. При проведении расцепки вагонов необходимо соблюдать требования действующих Инструкций.

После расцепки состава начальник поезда обязан потребовать через машиниста локомотива у дежурного энергодиспетчера снятия напряжения с контактной сети.

Подразделения пожарной охраны с жизнеобеспечивающими службами взаимодействуют в соответствии с имеющейся для таких взаимодействий утвержденной инструкцией [21]. В момент выезда пожарных подразделений

к месту вызова, дежурным радиотелефонистом проводится оповещение о местоположении пожара:

- службы полиции;
- службы скорой медицинской помощи;
- службы городского водоканала;
- службы городского электроснабжения.

Станция оборудована всеми современными видами связи. Имеется информационная, диспетчерская внутростанционная радиосвязь маневрового диспетчера с машинистами маневровых локомотивов, громкоговорящая связь.

У персонала и остальных эвакуируемых не предусмотрено наличие средств индивидуальной защиты. Данными средствами укомплектован личный состав, осуществляющий ликвидацию возгорания.

График работы ж/д станции «Сызрань-город» - круглосуточно. В здании вокзала также круглосуточно может находиться до 600 человек посетителей и обслуживающего персонала.

Световые обозначения над выходами, знаки направлений путей эвакуации имеются.

Прогнозируя обстановку в здании вокзала, с учётом конструктивных особенностей данного здания и действий обслуживающего персонала, то на момент прибытия подразделений пожарной охраны люди будут эвакуированы.

### **3 Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности**

Способы и средства тушения пожаров определяются разновидностью бедствия, уровнем его сложности и сопутствующими факторами, такими как наличие или отсутствие ветра, близость или удаленность к пламени других построек, разновидность материала, подпитывающего огонь и степень интенсивности горения.

Способы тушения пожаров штатными и подручными средствами зависят от типа и класса бедствия.

Абсолютно все пожары имеют следующее разделение по локализации покрытых огнем площадей:

- распространяющиеся;
- локализованные [24].

Классовое разделение пожаров учитывает то, что именно горит:

1. «А» – содержит два подтипа: при «А1» горят тлеющие и склонные к тлению вещества, при «А2» – плавящиеся, но не тлеющие материалы;
2. «В» – входит два подтипа: при «В1» горят не растворяющиеся легковоспламеняющиеся жидкости и их пары, при «В2» – растворяющиеся;
3. «С» – сюда относят все пожары, во время которых горят газы;
4. «D» – характеризуется горением металлов и содержит три подтипа, в зависимости от характеристик горящих металлов;
5. «Е» – к этому классу причисляются горящие электростанции, вышки с высоковольтными элементами, провода с наличием напряжения;
6. «F» – самый сложный тип пожаров, во время которых горят ядерные продукты, атомные лаборатории, радиоактивные вещества, ядерные реакторы и так далее.

При сигнале о возгорании, ещё до прибытия на место, спасатели стараются определить класс пожара и рекомендуемые средства тушения

подобрать в соответствии с этим [25]. Вода далеко не всегда является подходящим средством борьбы с огнем, а распыление её из водомётов – не единственным способом локализации и уничтожения возгорания.

Способы тушения пожаров и виды пожаров неразрывно связаны между собой, соответственно вариантов того, как бороться с огнём тоже несколько:

- охлаждение;
- разбавление;
- изоляция;
- подавление [26].

Охлаждение – механическое сбитие огня, снижение температуры горящих веществ. Как правило, используется заливание водой, распыление воды либо сухих химических веществ.

Разбавление подразумевает использование тонкого распыления водяного пара и струй, негорючих газов и газовой смеси (АГВТ).

Изоляция пламени и его сведение на нет достигается за счет использования порошков, пен, комбинированных составов, проведения разрывов в горящем материале или взрыва «ВВ» (при крупных площадях пожара), а также в этом методе используется пена. Но также к такому способу борьбы с огнём относится и использование различных «подручных» средств, то есть – прижатие загоревшей травы одеялом либо растаптывание тлеющего окурка, это тоже – изоляция.

Подавление – методика замедления и прекращения химической реакции, провоцирующей горение. Такой эффект достигается применением порошков или же галлоидно-углеродных смесей.

Во время практического тушения огня применяется сразу несколько методик и используются комбинированные огнеборящиеся материалы.

Всё оборудование для пожаротушения, согласно специальной литературе, относится к таким разделам:

- техника, предназначенная для борьбы с пожарами – все технические средства, предназначенные для предотвращения распространения,

непосредственно самой борьбы с огнём, защиты людей и материальных ценностей.

– комплектация технического пожарного вооружения – это ручной инструмент, защитные костюмы, специфические устройства «на подхвате» в оборудовании пожарного транспорта и так далее. К примеру, висящий за стеклом пожарный огнетушитель относится именно к данному разделу.

– оборудование для тушения – непосредственно коммуникации, помогающие пожарным. Например, рукава, башенки, краны, стволы, разветвления и многое другое.

– стационарные установки – пожарные автоматические системы, противопожарные комбинированные сигнализации и другие средства, установленные в помещениях [27].

Известны технические решения, связанные с использованием подвижной противопожарной преграды в виде противопожарного занавеса для предотвращения распространения открытого пламени при пожаре [11]. Противопожарный занавес такого рода включает подвижный огнезащитный экран, намотанный на барабан, каркас со средствами фиксации и перемещения экрана для создания противопожарной преграды.

Противопожарные занавесы находят свое применение в качестве превентивной меры при строительстве театров, торговых центров, складов, крупных промышленных и офисных объектов. Однако, в силу сравнительно сложной конструкции, их применение нецелесообразно, например, для предотвращения распространения и локализации пожара в многочисленных дверных и оконных проемах зданий и сооружений [28].

Известно переносное средство для предотвращения распространения и локализации пожара, содержащее огнезащитное полотно в виде прямоугольного отрезка термостойкой ткани с элементами крепления и чехол для удерживания полотна в сложенном состоянии [12].

Противопожарные полотна применяются при пожарах на производственных и бытовых объектах и представляют собой эффективное и недорогое средство для ликвидации локальных очагов возгораний. Противопожарные полотна могут изготавливаться из стеклянных, базальтовых, кремнеземных тканей и других термостойких материалов, не содержащих вредных для здоровья веществ. При необходимости, полотно легко извлекается из чехла для хранения и быстро раскрывается. Выпускаемое противопожарное полотно износостойко и сравнительно устойчиво к воздействию высоких температур. Такое полотно эффективно при тушении локальных возгораний и защите от искр и пламени, его температурный режим до +1000°С и более.

К недостаткам известного технического решения следует отнести ограниченную область применения, преимущественно, для тушения локальных возгораний путем ограничения доступа кислорода воздуха при набрасывании противопожарного полотна на очаг возгорания.

Наиболее близким техническим решением к предложенному является переносное средство для предотвращения распространения и локализации пожара, содержащее огнезащитное полотно в виде прямоугольного отрезка термостойкой ткани в комплекте со средствами его крепления. Особенностью такого переносного средства является то, что огнезащитное полотно по периферии снабжено узлами крепления гибких тяг, на свободных концах которых размещены крепежные зацепы для фиксации полотна в расправленном состоянии на поверхности стены с возможностью перекрытия проема в горящем здании, а в средней части полотна размещен, по крайней мере, один разрез с накладным клапаном для эвакуации людей из зоны возгорания в безопасную зону [13].

Известное переносное средство в состоянии транспортировки к месту пожара комплектуется огнезащитным полотном и необходимыми средствами его крепления к стенам здания (тяги, ленты, тросы, зацепы, карабины, крюки, штыри, вспомогательные приспособления). При этом полотно и средства

крепления (иначе элементы, узлы, приспособления) находятся в сложенном состоянии в общем контейнере или в чехле.

К недостаткам известного переносного средства, выявленным заявителем в результате реальных огневых испытаний, следует отнести сравнительно большие временные затраты на перекрытие огнезащитным полотном технологических, дверных или оконных проемов, достигающее 10-25 минут при работе пожарного расчета, состоящего из двух - трех спасателей. Указанный промежуток времени вызван необходимостью обеспечения надежного крепления огнезащитного полотна в расправленном состоянии на поверхности стены и затруднен вследствие необходимости подбора подходящих мест, крепления и трудности надежной фиксации на стене нескольких (шесть и более) крепежных зацепов, изначально свободно свисающих с краев полотна на концах гибких тяг. Фиксация огнезащитного полотна для известного переносного средства на поверхности стены в условиях ограниченного пространства (балкон, коридор и т.п.) также затруднена из-за необходимости одновременного взаимодействия, по крайней мере, двух пожарников, один из которых фиксирует на стене зацепы поочередно на каждой из сторон огнезащитного полотна, а другой при необходимости удерживает полотно в развернутом состоянии, в том числе, для защиты спасаемых людей от воздействия открытого огня со стороны перекрываемого проема в горящем здании.

Задачей предложенного изобретения является повышение эффективности применения переносного средства для предотвращения распространения открытого пламени и локализации пожара путем перекрытия огнезащитным полотном технологических, дверных и оконных проемов в зданиях и сооружениях, а также повышение уровня пожарной безопасности при ограничении доступа кислорода воздуха к очагам возгорания. Использование изобретения позволяет увеличить количество спасаемых людей при пожаре, сохранить их жизнь и здоровье.

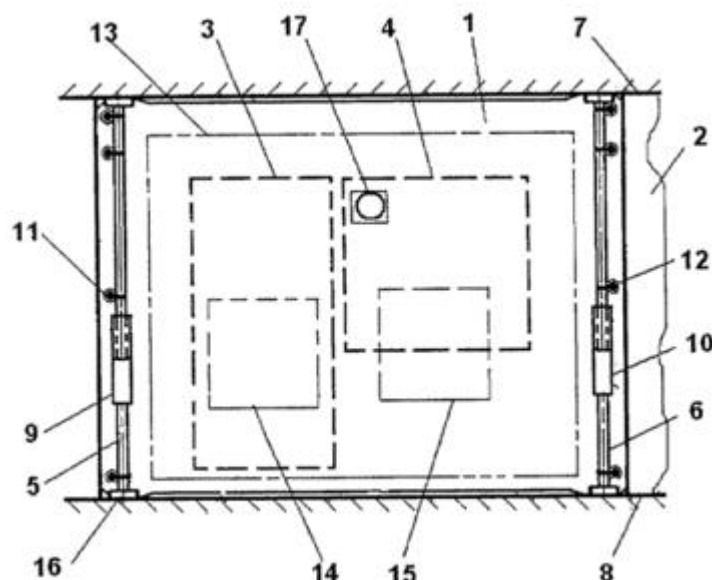


Для повышения безопасности на рассматриваемом объекте предлагается использование переносного устройства для предотвращения распространения и локализации пожара согласно патенту №2690805 (автор П.Д. Ридигер) [14].

Изобретение относится к противопожарной технике, более конкретно, к переносному средству для предотвращения распространения и локализации пожара и может найти применение в качестве первичного противопожарного средства при работе пожарно-спасательных отрядов для предотвращения распространения открытого пламени в технологических, дверных и оконных проемах при пожаре в зданиях и сооружениях. Переносное средство для предотвращения распространения и локализации пожара содержит огнезащитное полотно в виде прямоугольного отрезка из термостойкого материала в комплекте со средствами крепления для фиксации полотна в расправленном состоянии на поверхности стены с возможностью перекрытия проема в горящем здании.

Огнезащитное полотно выполнено из скрепленных между собой слоев термостойкого материала, по крайней мере один из которых обладает свойством экранирования или поглощения теплового потока из зоны возгорания. Переносное средство также содержит средства крепления для фиксации полотна в расправленном состоянии на поверхности стены, которые выполнены в виде регулируемых по длине стоек, снабженных распорными механизмами для фиксации стоек в рабочем состоянии, преимущественно, между горизонтальными перекрытиями здания. Крепление огнезащитного полотна к стойкам выполнено в виде фиксирующих приспособлений накидного или прижимного типа.

На рисунке 1 представлен характерный пример выполнения предложенного устройства для его использования в тесном помещении в условиях пожара.



1 – огнезащитное полотно, 2 – поверхность стены, 3 – дверной проем, 4 – оконный проем, 5,6 – стойки, 7,8 – горизонтальные перекрытия, 9,10 – распорные механизмы, 1 – накидные кольца, 12 – зажимы, 13 – волокнистый слой, 14,15 – разрезы, 16 – опорные подпятники, 17 – термостойкий вкладыш.

Рисунок 1 - Переносное средство для предотвращения распространения открытого пламени из горящего помещения в пространство

Переносное средство для предотвращения распространения открытого пламени из горящего помещения в пространство (не показаны) в соответствии с изобретательским замыслом содержит многослойное огнезащитное полотно в виде прямоугольного отрезка термостойкого материала, средства крепления для фиксации полотна в расправленном состоянии на поверхности стены с возможностью перекрытия дверного и оконного проемов в горящем здании. Согласно рассматриваемому примеру реализации полезной модели указанные средства крепления для фиксации полотна на поверхности стены выполнены в виде двух регулируемых по длине стоек, вертикально установленных между горизонтальными перекрытиями на балконе здания посредством распорных механизмов, причем крепление огнезащитного полотна к стойкам обеспечивается за счет использования фиксирующих приспособлений накидного или прижимного типа. Указанные фиксирующие приспособления на огнезащитном полотне могут быть выполнены, например, в форме накидных колец, а ответные

элементы крепления на стойках - в виде зажимов, удерживающих полотно в расправленном состоянии.

Технический результат изобретения заключается в уменьшении времени перекрытия пожарными расчетами проемов в зданиях посредством высокотехнологичных огнезащитного полотна и средств его крепления, а также в значительном увеличении времени безопасного пребывания спасателей и потерпевших за пределами очага возгорания под защитой теплового экрана с повышенными огнезащитными свойствами. Дополнительный технический результат заключается в упрощении и облегчении условий эксплуатации переносного средства, особенно в зонах распространения открытого пламени. Использование предложенного технического решения позволяет также облегчить условия эвакуации из зоны возгорания, уменьшить количественный состав пожарных расчетов и повысить уровень пожарной безопасности помещений при обеспечении условий тактической вентиляции в здании.

Предложенное техническое решение обеспечивает повышение эффективности использования переносного средства для предотвращения распространения открытого пламени и локализации пожара в зданиях и сооружениях за счет одновременного повышения эксплуатационной надежности переносного средства и удобства его применения. Своевременное перекрытие различных видов технологических, дверных и оконных проемов в квартирах, офисах, производственных помещениях, гаражах, цехах и мастерских повышает уровень пожарной безопасности помещений. Переносное средство выполнено сравнительно простым по конструкциям, технологичным в изготовлении и удобным в применении, что способствует значительному снижению времени перекрытия указанных проемов пожарными расчетами. Его использование также обеспечивает возможности и условия для использования приемов тактической вентиляции, ограничивает доступ кислорода воздуха в зоны возгорания и предоставляет возможность эвакуации на различных стадиях пожара.

#### 4 Организация тушения пожара

За наихудший вариант принимаем возникновение пожара в результате столкновения вагона и цистерны с СУГ. При проведении маневровых работ на 7 пути нечетного парка станции произошло столкновение вагона и цистерны, содержащей СУГ (пропан). Цистерна стандартная объемом 54 м<sup>3</sup>, загрузка СУГ 24 т, степень заполнения 0,85. При столкновении цистерна с СУГ получила пробоину, произошел пролив всего количества СУГ и образовалось облако ТВС. В результате возникновения источника воспламенения произошел взрыв облака ТВС. При взрыве облака ТВС произошло разрушение и разгерметизация 7 цистерн с ЛВЖ (керосин, объемом 61,2 м<sup>3</sup>, загрузка 42 т, степень заполнения 0,85). В результате чего произошло возгорание разлившейся ЛВЖ.

Определяем время свободного развития пожара  $t_{св}$  до прибытия первого пожарного подразделения (дежурного караула ПЧ-124 в составе 2-х отделений на АЦ-40 и 1-го на АЛ-30):

$$t_{св} = t_{дс} + t_{сб} + t_{сл} + t_{бр} = 5 + 1 + 3 + 6 = 15 \text{ мин.} \quad (1)$$

где  $t_{сл}$  - время следования первого караула до места пожара, мин.;

$$t_{сл} = 60 \times L / V = 60 \times 2 / 45 = 3 \text{ мин}$$

$t_{бр}$  - время боевого развертывания караула, мин.

$t_{дс}$  - время развития пожара от момента его возникновения до сообщения о нем в пожарную часть, мин. Оно принимается: для объектов, оборудованных АПС и АУПС – 5 мин, для остальных объектов – 10 мин.

$t_{сб}$  - время сбора и выезда пожарных подразделений на пожар

Определяем радиусы поражения при взрыве ТВС. При взрыве облака ТВС, образующегося при проливе из цистерны, радиусы зон поражения, следующие:

– граница полных разрушений – 42 м;

- граница сильных разрушений – 60 м;
- граница средних разрушений – 85 м.

Определяется количество пролитой жидкости при разрушении цистерн с ЛВЖ. Общая масса пролитого нефтепродукта при разрушении одной цистерны определяется по формуле:

$$M_{01} = V_{ц} \cdot e \cdot \rho_{жс} = 61,2 \cdot 0,85 \cdot 800 = 42000 \text{ кг}, \quad (2)$$

где  $V_{ц}$  – объем цистерны,  $\text{м}^3$ ;

$e$  – степень заполнения цистерны (0,85);

$\rho_{жс}$  – плотность жидкости (керосин),  $800 \text{ кг/м}^3$ .

Полная масса пролитой жидкости из 7 цистерн:

$$M_0 = 7 \cdot M_{01}, \text{ кг} = 7 \cdot 42000 = 294000 \text{ кг}, \quad (3)$$

Определяем зоны аварийного разлива ЛВЖ. Количество пролитой жидкости, образующей возможную площадь горения, будет составлять:

$$M_3 = M_0 \cdot (1 - K_6) = 294000(1 - 0,24) = 223000 \text{ кг}, \quad (4)$$

где  $M_0$  – общая масса пролитого продукта, кг;

$K_6 = 0,24$  – коэффициент, учитывающий уход разлитого нефтепродукта в балласт.

Площадь разлива (пожара) оценивается по формуле:

$$S_p = \frac{M_3}{h_{сл} \cdot \rho_{жс}} = \frac{223000}{0,18 \cdot 800} = 1551 \text{ м}^2, \quad (5)$$

где  $h_{сл} = 0,18 \text{ м}$  – толщина слоя разлившейся жидкости.

На станции без накопления цистерн в зоне пожара могут находиться три железнодорожные цистерны с ЛВЖ ( $N_{ц}^{top}=3$ ), а на соседних путях – 4 цистерны с ЛВЖ ( $N_{ц}=4$ ).

Определяем длину и ширину пожара на момент возникновения ЧС по формулам:

$$b_1 = (S_{p1} / 3,5)^{1/2} = (1551 / 3,5)^{1/2} = 21 м, \quad (6)$$

$$a_1 = 3,5 \cdot b_1 = 3,5 \cdot 21 = 73 м. \quad (7)$$

Определяем общее возможное количество вагонов в очаге пожара на момент возникновения ЧС:

$$N = S_p \cdot K_p / S_{ваг} = 1551 \cdot 0,75 / 40,5 = 29 шт., \quad (8)$$

где  $N$  – общее количество вагонов, охваченных огнем, шт.;

$S_{ваг}$  – средняя площадь пола вагона, м<sup>2</sup>;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий расстояние между подвижным составом ( $K_p=0,75$  при полной загрузке станции).

Количество  $N_k$  вагонов на крайних железнодорожных путях по длине фронта пожара:

$$N_k = a / (l_g + 1) = 73 / (13,5 + 1) = 5 шт.; \quad (9)$$

где  $l_g$  – средняя длина вагона.

Количество  $N_{ш}$  вагонов на железнодорожных путях по ширине фронта пожара определяется по формуле:

$$N_{ш} = b / R_{жд} = 21 / 4 = 5 шт.; \quad (10)$$

где  $R_{жд}$  – минимальное расстояние, занимаемое одним железнодорожным путем с подвижным составом, м (принимается равным 4 м при полной загрузке станции).

Количество  $N_{п}$  вагонов по периметру пожара без учета цистерн, из которых произошел разлив, определяется по формуле:

$$N_{п} = 2[N_{к} + (N_{ш} - 2)] - N_{ц}^{зоп} = 2 \cdot [5 + (5 - 2)] - 3 = 13 \text{ед.}; \quad (11)$$

где  $N_{ц}^{зоп}$  - количество цистерн с ЛВЖ и ГЖ на горящих путях, 3 ед.

Определяем расход огнетушащего средства на тушение пожара и защиту на момент возникновения пожара. Расход огнетушащего состава на тушение пожара пролива ЛВЖ:

$$Q_{мп}^m = S_{т} \cdot I_{с}^т = 1551 \cdot 0,06 = 93 \text{л/с}, \quad (12)$$

где  $Q_{мп}^m$  - требуемый расход на тушение пожара, л/с;

$S_{т}$  – площадь тушения,  $\text{м}^2$ ;

$I_{с}^т$  – интенсивность подачи раствора пены средней кратности,  $\text{л/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Требуемый расход воды на охлаждение цистерн в очаге пожара:

$$Q_{мп}^o = (N_{ц}^{зоп} + 1) \cdot S_{ц} \cdot I_{с}^o = (3 + 1) \cdot 103 \cdot 0,1 = 41,2 \text{л/с}, \quad (13)$$

где  $Q_{мп}^o$  - требуемый расход воды на охлаждение, л/с,

$N_{ц}^{зоп}$  - количество цистерн в очаге пожара;

$S_{ц}$  – площадь поверхности защищаемых цистерн.

Площадь поверхности защищаемых цистерн определяется по формуле:

$$S_{\text{ц}} = \pi DL + 2 \frac{\pi d^2}{L} = \pi DL + \frac{\pi d^2}{2} = \pi D \left( L + \frac{d}{2} \right) = 3,14 \cdot 2,8 \left( 10,3 + \frac{2,8}{2} \right) = 103 \text{ м}^2 \quad (14)$$

где D – диаметр котла – 2800 мм;

L – длина котла – 10300 мм;

$I_S^o$  - интенсивность подачи воды на охлаждение, л/м<sup>2</sup>·с.

Требуемый расход на тушение подвижного состава по периметру пожара:

$$Q_{\text{тр}}^n = N_n \cdot S_{\text{ваг}} \cdot I_S^n = 13 \cdot 40,5 \cdot 0,2 = 105 \text{ л/с}, \quad (15)$$

где  $N_n$  - количество вагонов по периметру пожара;

$S_{\text{ваг}}$  - площадь вагона, м<sup>2</sup>;

$I_S^n$  - интенсивность подачи воды на тушение подвижного состава, л/м<sup>2</sup>·с.

Требуемый расход на защиту цистерн на соседних путях:

$$Q_{\text{тр}}^3 = 0,5 \cdot N_{\text{ц}}^n \cdot S_{\text{ц}} \cdot I_S^3 = 0,5 \cdot 4 \cdot 103 \cdot 0,05 = 10,3 \text{ л/с}, \quad (16)$$

где  $N_{\text{ц}}^n$  - количество цистерн по периметру пожара;

$S_{\text{ц}}$  - площадь поверхности цистерны;

$I_S^3$  - интенсивность подачи воды на защиту вагона, л/м<sup>2</sup>·с.

С учетом тушения пожара и защиты вагонов требуемый расход воды следующий:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}}^{\text{т}} + Q_{\text{тр}}^o + Q_{\text{тр}}^n + Q_{\text{тр}}^3 = 93 + 41,2 + 105 + 10,3 = 249,5 \text{ л/с}. \quad (17)$$

На момент подачи первых стволов на месте пожара будет находиться караул ПЧ-124 (в составе 2-х отделений на АЦ-40).

Рассмотрим силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и



время их сосредоточения (таблица 1).

Таблица 1 - Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения

Ранг пожара	Подразделения	Количество и тип пожарных автомобилей	Численность боевого расчета, / звенов ГДЗС	Расстояния от пожарных подразделений до объекта, км	Время следования, летнее / зимнее, мин.	Кол-во огнетуш. в-ва	
						Воды, л	ПО, л
2	ПЧ-85	2 АЦ 1 АЛ	8/2 1/0	3	5/6	9200 -	500 -
2	ПЧ- УАБ	1 АЦ-40	4/0	5	8/9	2500	170
2	в/ч 58661-61	1 АЦ-40	4/0	6	9/10	2500	170
2	ПЧ-МУ «АСС» (К)	1АЦ-40	4/1	8	12/13	2500	170
2	ПЧ-96	1АЦ-40	4/1	10	15/16	3200	200
2	ПЧ-95	1 АЦ-40 1 АКП	4/1 1/0	12	18/19	3200 -	200 -
2	ОП ПЧ 26 «РН-ПБ»	1АЦ-40	4/1	14	21/22	3200	200
2	ГКУ «ПСС СО»	1 АСА	3/1	5	8/9	-	-
2	ПЧ-МУ «АСС»	1 АСА	3/1	18	27/28	-	-
2	СПТ- 7	1 АШ	3/1	8		0	0
2	Итого:	8 АЦ, 1 АЛ, 1 АКП, 2 АСА	43/9			26300	1610

Учитывая, что решающим направлением ведения действий по тушению пожара будет мероприятия по защите цистерн на соседних путях, спасанию людей, то личный состав ПЧ-124 сможет подать 2 ствола «А», следовательно локализацию пожара обеспечить не могут, но требуемый расход на защиту цистерн на соседних путях обеспечивается, следовательно площадь пожара увеличиваться не будет.

## **5 Технологии ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ на объекте при пожарах и ЧС**

Руководитель тушения пожара (далее - РТП):

- «обеспечивает управление действиями подразделений на пожаре непосредственно или через оперативный штаб пожаротушения;
- устанавливает границы территории, на которой осуществляются действия подразделений по тушению пожара и проведению АСР, порядок и особенности указанных действий;
- проводит разведку пожара, определяет его номер (ранг), привлекает силы и средства подразделений в количестве, достаточном для ликвидации пожара;
- принимает решения о спасении людей и имущества при пожаре, в том числе ограничивающие права должностных лиц и граждан на территории пожара;
- производит расстановку прибывающих сил и средств подразделений с учетом выбранного решающего направления, обеспечивает бесперебойную подачу огнетушащих веществ;
- принимает решения об использовании на пожаре ГДЗС, в том числе о составе и порядке работы звеньев ГДЗС, а также других нештатных служб гарнизона пожарной охраны;
- организывает связь на пожаре, докладывает диспетчеру об изменениях оперативной обстановки и принятых решениях;
- докладывает старшему должностному лицу гарнизона пожарной охраны об обстановке на пожаре и принятых решениях;
- обеспечивает выполнение правил охраны труда и техники безопасности личным составом подразделений, участвующим в тушении пожара и проведении АСР, и привлеченных к тушению пожара и проведению АСР сил, доводит до них информацию о

возникновении угрозы для жизни и здоровья;

- обеспечивает взаимодействие со службами жизнеобеспечения, привлекаемыми к тушению пожара и проведению АСР;
- принимает решение о принятии мер по сохранению вещественных доказательств, имущества и вещной обстановки в очаге пожара и на объекте пожара для установления причины пожара;
- принимает меры по охране мест тушения пожара и ведения АСР до времени их окончания;
- составляет акт о пожаре;
- выполняет обязанности, возлагаемые настоящим Порядком на оперативный штаб пожаротушения;
- предусматривает при тушении затяжных пожаров резерв сил и средств для обеспечения успешного тушения возможного другого пожара» [1].

Минимальный состав снаряжения группы газодымозащитников:

- «однотипные СИЗОД;
- спасательные устройства и средства самоспасания;
- оборудование и инструментарий для взламывания и демонтажа строений и устройств;
- устройства, обеспечивающие освещение и связь;
- катушка с направляющим тросом страхующая звено» [19].

Во время работы в СИЗОД, а также когда загазована большая площадь работа постов безопасности и КПП продлевается на все время пожаротушения. При этом на них возлагаются обязанности по проведению инструктажей о мерах безопасности вновь прибывающим пожарным подразделениям, ориентируясь на поставленные задачи. «Во время проведения разведывательных мероприятий в зоне пожара руководство и прочие оперативные участники пожаротушения должны максимально взаимодействовать с жизнеобеспечивающими службами учреждения с целью

получения характеристики веществ токсичной среды, показателей радиоактивности, определения степени и пределов распространения загрязняющих веществ и рекомендаций по соответствующим мерам безопасности» [20]. Вход на объекты на которых осуществляется хранение и обращение легковоспламеняющихся жидкостей и горючих газов, а также вероятно возгорание пыли и волокон. «В процессе проведения спасательных мероприятий в отношении людей и материальных ценностей сотрудники оперативной группы должны составить оптимальный план действий в соответствии со сложившейся обстановкой и состоянием нуждающихся в спасении людей, включающий также их защиту от вредных явлений, сопутствующих пожару» [23].

«Приступать к процессу спасения и самоспасания разрешается исключительно после оценки соответствия длины веревки расстоянию до нужного уровня спуска, проверки надежности закрепления спасательной петли на объекте спасения и закрепления веревки на конструкции здания, а также правильности ее намотки на пояском карабине пожарного» [23]. Для спасательных целей запрещено использование мокрых либо сильной влажности веревок, веревок, не прошедших испытания и не включенных в боевой расчет или веревок, имеющих другое предназначение. «При невозможности незамедлительного извлечения вынужденно изолированных людей, первоочередной задачей является их жизнеобеспечение любыми доступными способами, а именно организация обеспечения чистым воздухом, питьевой водой, пищей, медицинскими препаратами и индивидуальными защищающими средствами» [20].

«Для таких целей предназначено аварийно-спасательное оборудование индивидуального применения, в том числе использование гидравлических ножниц, штурмовых топоров, плунжерных распорок, а также механизированного оборудования, имеющего общее назначение, такого как ручные электроножницы, пилы цепного и дискового устройства, рубильные и отбойные молотки, бетоноломные приспособления» [19].

## **6 Охрана труда**

Охрана труда – важная составляющая деятельности ОАО «РЖД», так как работа на железнодорожном транспорте имеет ряд факторов, негативно влияющих на здоровье человека, – напряженность и тяжесть труда, шум, вибрация, недостаточная освещенность, химический фактор.

В связи с этим, в аппарате компании создан Департамент охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля, а на железных дорогах – соответствующие службы.

В ОАО «РЖД» действует система контроля за состоянием охраны труда. Она включает:

- трехступенчатый контроль (основная форма контроля состояния ОТ);
- комплексные проверки;
- контрольные проверки;
- целевые проверки;
- внезапные проверки;
- оперативный контроль.

Основные задачи охраны труда в ОАО «РЖД».

1. Улучшение условий труда на рабочих местах:

- строительство, реконструкция и ремонт санитарно-бытовых корпусов и помещений;
- оборудование пунктов обогрева и комнат приема пищи;
- монтаж, реконструкция и ремонт систем общего освещения, вентиляции и др.;
- оборудование кабин локомотивов стеклами повышенной прочности, виброзащитными креслами машиниста и т.д.;
- сокращение доли ручного труда, в частности, проведение работ по механизации производственных процессов, ремонта и строительства пути.

2. Обеспечение работников современными сертифицированными средствами индивидуальной защиты, которые существенно снижают уровень профессиональной заболеваемости и производственного травматизма.

3. Сокращение производственного травматизма, в частности, высвобождение работников с опасных зон производства и внедрение технических средств, направленных на предупреждение травматизма.

4. Снижение уровня профессиональной заболеваемости [8].

Процедура обеспечения личного состава подразделений СИЗ изложена в таблице 2.

Таблица 2 - Процедура обеспечения СИЗ личного состава подразделений пожарной охраны

Действие	Ответственный/ исполнитель	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Порядок выдачи и применения СИЗ	Работодатель или его представитель	1. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 1 июня 2009 г. N 290н "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты" (с изменениями и дополнениями 2. Сертификат соответствия	1. Приказ об обеспечении СИЗ 2. Личная карточка учета выдачи СИЗ	жилет сигнальный, диэлектрические галоши и перчатки, коврик, защитные очки и щитки, фильтрующие СИЗ органов дыхания, изолирующие СИХ органов дыхания, защитный шлем, подшлемник, каска, перчатки и т.п. не указанные в соответствующих типовых нормах, могут быть выданы работниками со сроком носки до износа. Работодатель вправе выдать работникам два комплекта соответствующих СИЗ с удвоенным сроком носки
Порядок организации и хранения СИЗ и ухода	Работодатель/ Работник	Личная карточка учета выдачи СИЗ	Личная карточка учета выдачи СИЗ	соответствующих СИЗ с удвоенным сроком носки

Начиная с 2014 года в ОАО «РЖД» в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. №426-ФЗ начато проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) [6]. СОУТ проводится в филиалах и структурных подразделениях компании в соответствии с утвержденным планом. Сводные данных о результатах проведения специальной оценки условий труда в ОАО «РЖД» за 2017-2019 годы представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Сводные данных о результатах проведения специальной оценки условий труда в ОАО «РЖД» за 2017-2019 годы [7]

Год	Классы условий труда						Итого
	1 и 2	3.1	3.2	3.3	3.4	4	
2017	34315	16380	6595	-	-	-	57290
2018	38259	8273	3268	-	-	-	49800
2019	68540	8677	4050	3	-	-	81270

Для эксплуатации, ремонта и обслуживания системы железнодорожного транспорта в структуре ОАО «РЖД» предусмотрено около 30 производственных подразделений, а сама ж/д разбита на 16 филиалов, охватывающих по частям субъекты Российской Федерации. Каждый из филиалов имеет свой региональный центр корпоративного управления.

В связи с этим весь комплекс охраны труда поделен на свод отраслевых правил. Их общая численность – 24 норматива, не считая ссылок на межотраслевые. Эти правила регламентируют безопасность труда на различных элементах системы железнодорожного транспорта. От ремонта путевой сигнализации до обслуживания нефтеналивных цистерн, от обеспечения безопасности на объектах пассажироперевозок, до особенностей работы кранов на ж/д ходу.

Таким образом, на каждом отдельном объекте железнодорожного транспорта складывается уникальная система управления охраной труда. А общий объем документов, по приблизительной оценке, в отрасли

железнодорожного транспорта, с учетом локальных нормативов, превышает сотни, если не тысячи актов. Несмотря на высокие меры безопасности, работа в системе железнодорожного транспорта остается одной из самых тяжелых и опасных в Российской Федерации. Каждый год на железнодорожном транспорте происходят аварии и несчастные случаи. Количество инцидентов на пассажирском и грузовом транспорте с 2015 по 2019 годы представлено на рисунке 2.

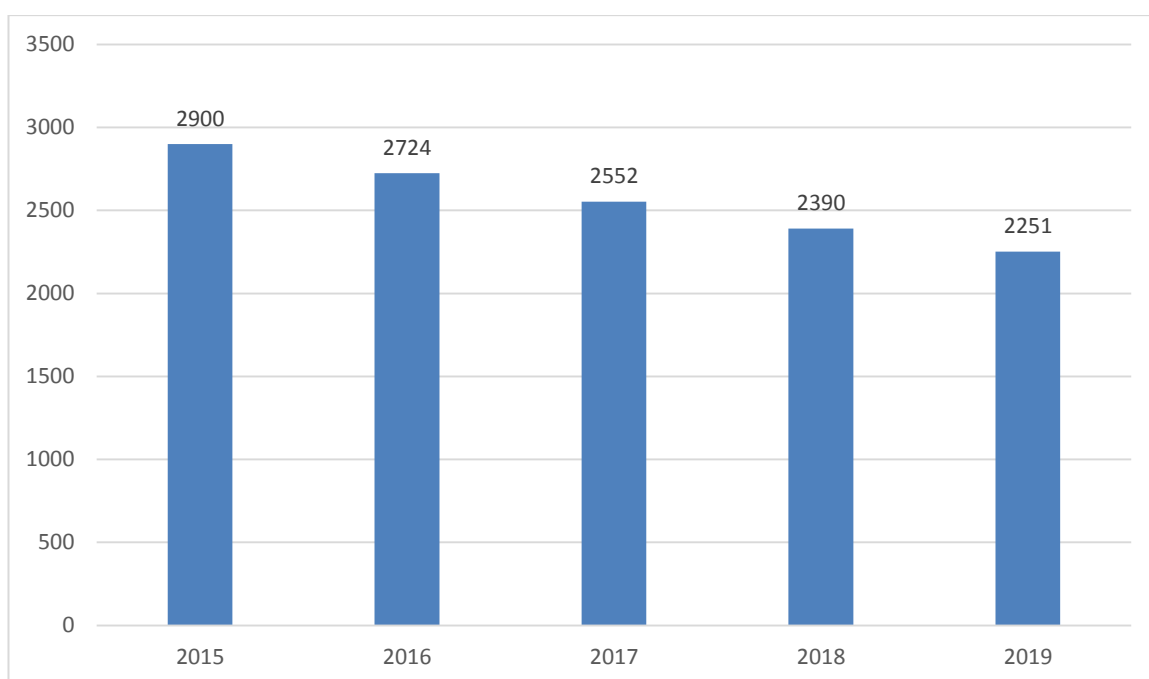


Рисунок 2 - Количество инцидентов на пассажирском и грузовом транспорте с 2015 по 2019 годы [7]

Работники по целому ряду специальностей (машинисты тепловозов, электровозов, машинисты кранов, монтеры путей и т. д.) имеют право досрочного выхода на пенсию, согласно Постановлению Правительства Р Ф от 24 апреля 1992 г. N 272 [9].



## 7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Железнодорожные перевозки являются одними из самых экологически приемлемых видов перевозок. Это обосновывается в основном тем, что в данном виде перевозки применяется электрическая тяга, применением которой не влечет за собой загрязнение атмосферы и прилегающих территорий.

«Энергетическая эффективность железнодорожного транспорта в несколько раз выше автомобильного как в грузовых, так и в пассажирских перевозках» [2]. Рассмотрим негативное воздействие на окружающую среду видов транспорта России на рисунке 3.

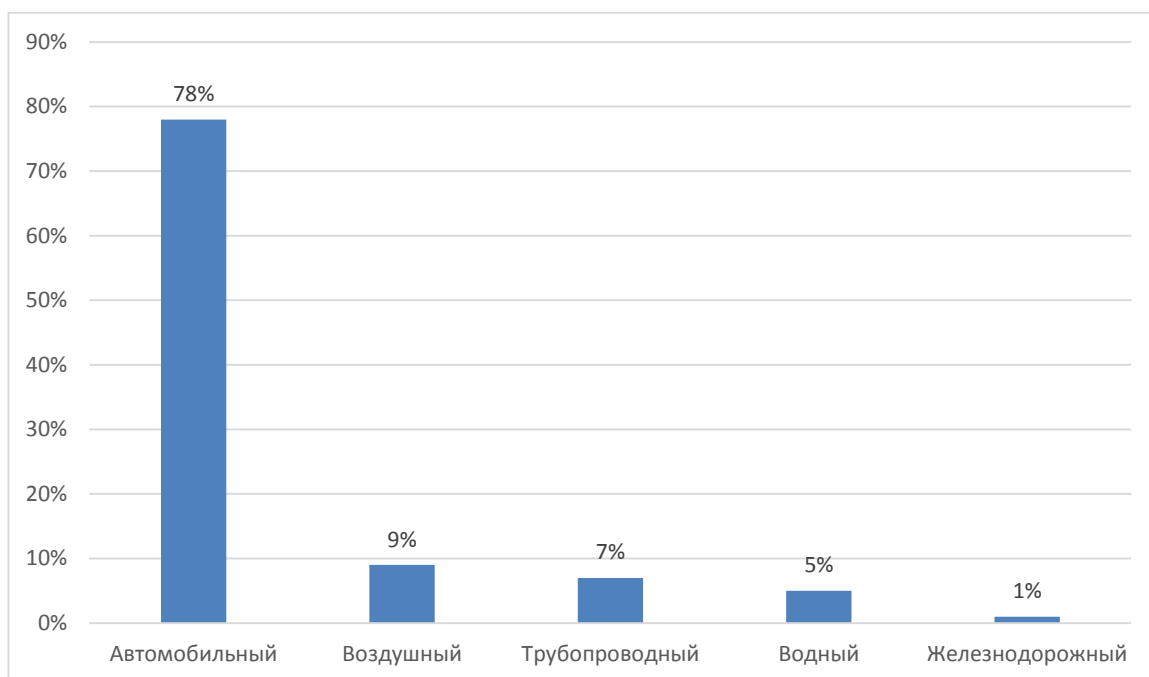


Рисунок 3 - Негативное воздействие на окружающую среду видов транспорта России [10]

Изменение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников железнодорожного транспорта России в период 1995-2019 годы представлено на рисунке 4.

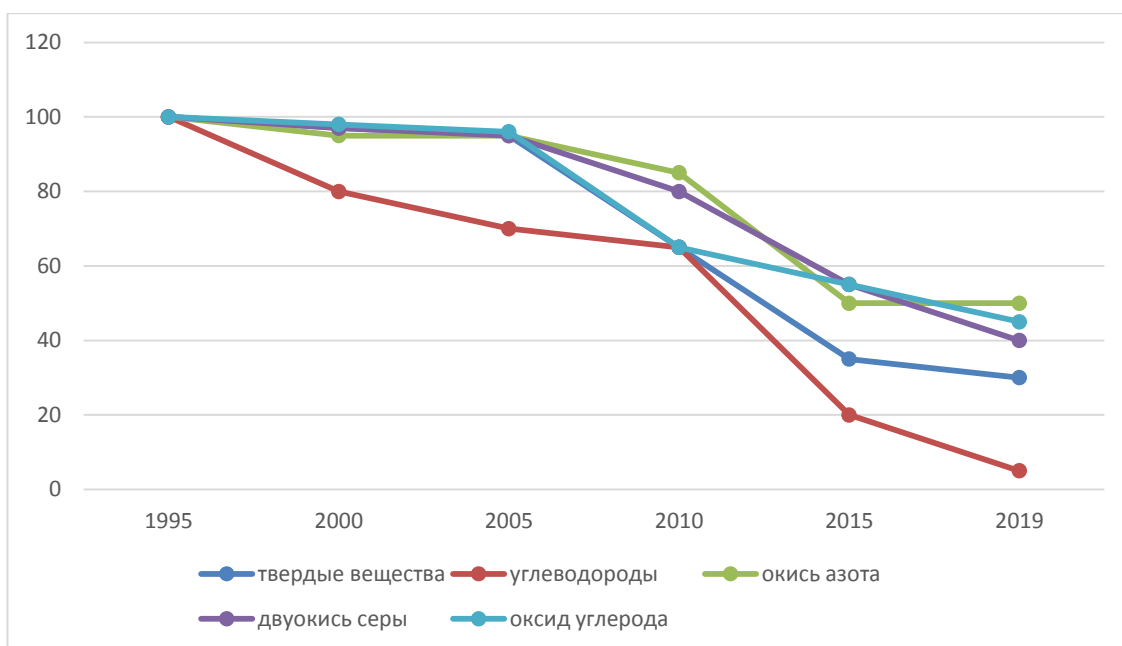


Рисунок 4 - Изменение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников железнодорожного транспорта России в период 1995-2019 годы [10]

Изменение выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников железнодорожного транспорта России в период 1995-2019 годы представлено на рисунке 5.

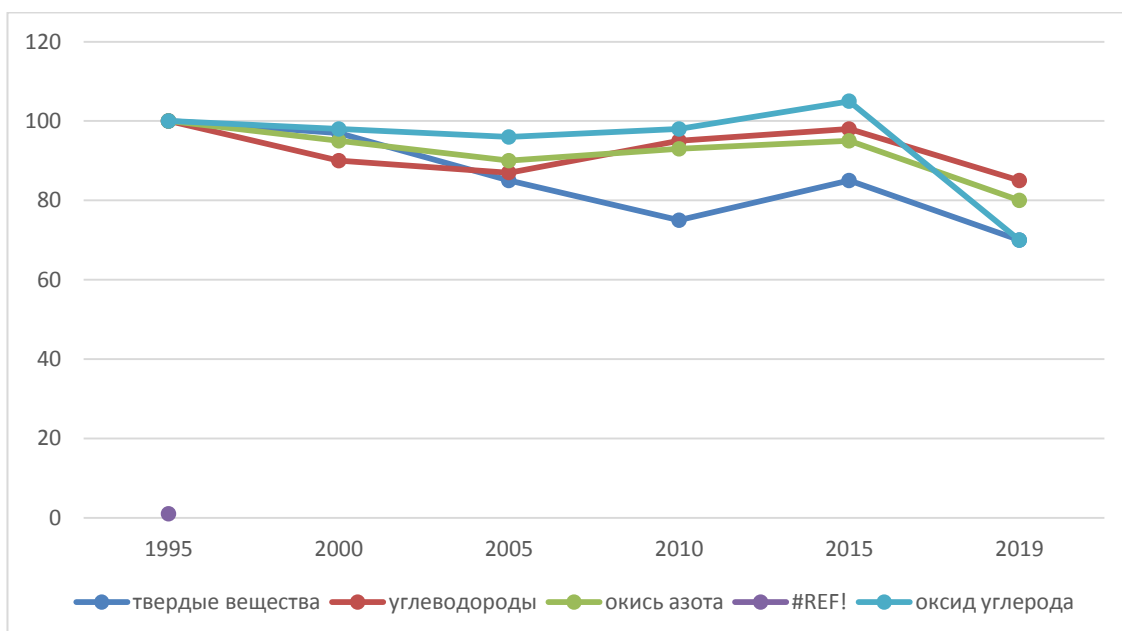


Рисунок 5 - Изменение выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников железнодорожного транспорта России в период 1995-2019 годы [10]

Но, несмотря на перечисленные позитивные моменты, влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку весьма ощутимо. Решающее значение при образовании вредных выбросов является полнота сгорания топлива, т.е. когда количество кислорода достаточно для полного сгорания топлива. Обеспечить такое положение на транспортных машинах невозможно из-за часто меняющейся нагрузки и работе двигателя без неё. При недостаточном поступлении кислорода происходит неполное сгорание, в результате чего вместо углекислого газа образуется угарный газ. При неполном сгорании топлива в двигателе образуются несгоревшие углеводороды  $C_xH_y$ , которые являются одной из причин, способствующих образованию раковых образований в организме человека.

При неполном сгорании и термическом разложении углеводородов топлива образуется также сажа — частицы твердого углерода черного цвета. В итоге при неполном сгорании топлива продукты сгорания состоят из углекислого газа, окиси углерода, водяного пара, водорода, азота и его окислов; небольшого количества метана, следов других углеводородов и свободного кислорода

Существует несколько аналитических методов определения продуктов сгорания топлива дизельных двигателей, которые дают несколько отличающиеся результаты, поэтому предпочтение отдается экспериментальным методам, дающим возможность учесть различные эксплуатационные факторы тепловозов.

Отработавшие газы тепловозных дизелей создают угрозу здоровью людей, по тем или иным причинам находящихся в непосредственной близости от железнодорожных путей, по которым осуществляется движение. Так же подвергается опасности здоровье жителей населенных пунктов, в которых расположены железнодорожные узлы. Из вредных для человека веществ наибольшую опасность представляют окислы азота, углерода и серы, углеводороды и канцерогенное вещество — бенз(а)пирен.

Отразим программу производственного экологического контроля на станции «Сызрань-город» на рисунке 6.

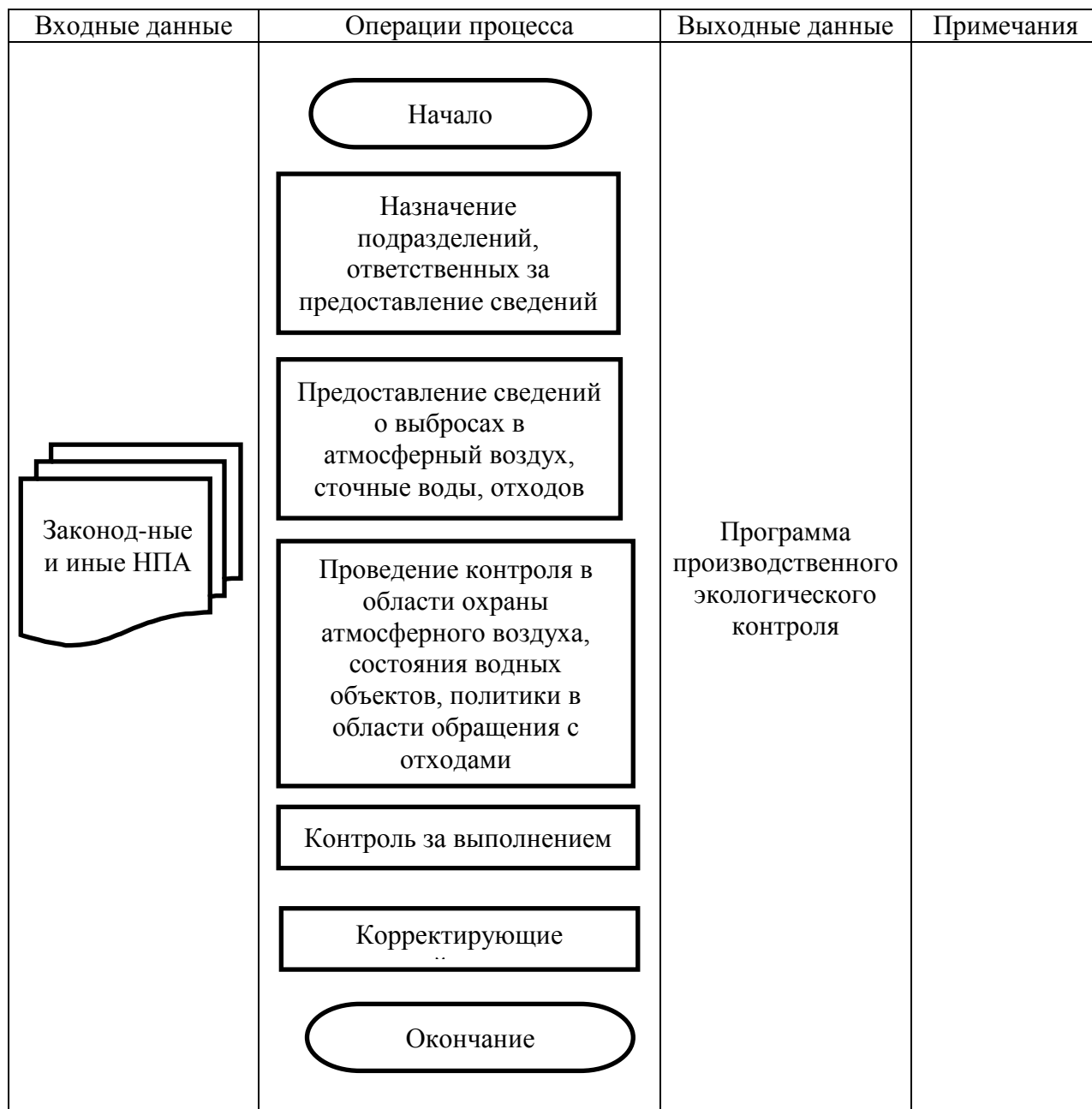


Рисунок 6 - Программа производственного экологического контроля на станции «Сызрань-город»

Во многих странах ведутся интенсивные исследования в области уменьшения влияния отработавших газов дизелей, в том числе и тепловозных, на здоровье людей. Это достигается различными способами: использованием альтернативных видов топлива, присадок к топливу,

изменением конструкции самого дизеля, применением нейтрализаторов, различными способами улучшения рассеивания отработавших газов в атмосфере, запрещением использования тепловозов в черте городов, электрификацией городского и железнодорожного транспорта. Проблема снижения вредных выбросов особенно актуальна для железных дорог на которых эксплуатируются тепловозы, спроектированные и выпущенные в те годы, когда вопросам экологии уделялось недостаточное внимание. Анализ загрязнений воздуха представляет собой трудную задачу из-за наличия в одной пробе многих токсичных примесей. В каждой стране существует нормативные акты регламентирующие предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, которые регламентирует максимально допустимые значения соответствующих загрязнителей. Антропогенное воздействие железнодорожного транспорта на окружающую природную среду происходит по следующим направлениям (видам):

- механическому — за счет загрязнения почвы, воды и атмосферы пылевыми частицами и твердыми отходами;
- химическому — за счет изменения химических свойств и внесения в компоненты природной среды химических соединений;
- физическому — за счет различных энергетических воздействий от источников разных частотных диапазонов;
- биологическому — за счет появления в среде микроорганизмов, бактерий и вирусов при участии человека;
- эстетическому — за счет появления свалок, изменения ландшафтов.

На окружающую природную среду также оказывают влияние следующие ненормируемые факторы, связанные с подвижным составом: рассеивание сыпучих материалов при их погрузке, выгрузке и перевозке; разлив нефтепродуктов и жидких ядовитых и опасных жидкостей; вероятность взрывов и пожаров при перевозке грузов; возгорание лесов, растительности и искусственных сооружений от искр выхлопов двигателей и др.

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. «Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров» [5]. Работодатель возлагает на себя ответственность по обеспечению безопасных условий труда и соблюдение работниками правил охраны труда на рабочих местах. В медицинском учреждении действует инструкция по обеспечению пожарной безопасности, утвержденная работодателем.

Таблица 4 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на 2019 год

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/невыполнено)
Применение переносного средства для предотвращения распространения открытого пламени из горящего помещения в пространство	Руководитель организации, специалист по ОТ и ТБ	1 кв-л 2020 года	выполнено

Таблица 5 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	61500
Стоимость оборудования	3000025
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	3061525

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
«Общая площадь» [4]	м <sup>2</sup>	F	3198	
«Стоимость поврежденного оборудования и основных фондов» [4]	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	25000	
«Стоимость поврежденных частей здания» [4]	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	108000	
«Вероятность возникновения пожара» [4]	1/м <sup>2</sup> в год	J	16,0 x 10 <sup>-6</sup>	
«Площадь пожара на время тушения пожара первичными средствами» [4]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	200	
«Площадь тушения средствами автоматического пожаротушения» [4]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	60,0	
«Площадь тушения пожара при отказе всех средств пожаротушения» [4]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	3198	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [4]	-	p <sub>1</sub>	0,85	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [4]	-	p <sub>2</sub>	0,95	
«Вероятность тушения пожара автоматическими средствами» [4]	-	p <sub>3</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [4]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [4]	-	к	1,3	
«Линейная скорость распространения» [4]	м/мин	v <sub>л</sub>	1,25	
«Время свободного горения» [4]	мин	B <sub>свг</sub>	18	
«Стоимость автоматических средств пожаротушения» [4]	руб.	K	3000025	
«Норма амортизационных отчислений» [4]	%	H <sub>ам</sub>	-	5
«Суммарный годовой расход» [4]	т	W <sub>ов</sub>	-	70
«Оптовая цена огнетушащего вещества» [4]	руб.	Ц <sub>ов</sub>	-	110
«Коэффициент транспортно-заготовительных расходов» [4]	-	K <sub>тзср</sub>	-	0,55
«Численность работников обслуживающего персонала» [4]	чел	Ч	-	1
«Заработная плата 1 работника» [4]	руб.	ЗПЛ	-	12100

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
«Норма дисконта» [4]	-	НД	-	0,1
«Период реализации мероприятий» [4]	лет	Т	-	21

1. «Рассчитать годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения  $M(\Pi_1)$ » [4]:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = 584852,897 \quad (12)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (13)$$

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot 2000 \cdot 200 \cdot (1 + 1,3) \cdot 0,85 = 500167,2 \text{ руб/год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (14)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot (25000 \cdot 60 + 108000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,3) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,95 = 14022,664 \text{ руб/год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (15)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot (25000 \cdot 3198 + 108000) \cdot (1 + 1,3) \cdot$$



$$\cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,95] = 70663,033 \text{ руб / год}$$

2. «Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ » [4]:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (16)$$

$$M(\Pi_2) = 500167,2 + 22772,318 + 1756,523 + 0 = 524696,041 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{нож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (17)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot 25000 \cdot 60 \cdot (1 + 1,3) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,86 = 22772,318$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{нож}}' + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3) \cdot p_2 \quad (18)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot (25000 \cdot 60 + 108000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 = 1756,523 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [4]:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{нож}}'' + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (19)$$

$$M(\Pi_4) = 0,000016 \cdot 3198 \cdot (25000 \cdot 3198 + 108000) \cdot (1 + 1.3) \cdot \left. \begin{array}{l} 1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86 - \\ - [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 \end{array} \right\} = 0 \text{ руб / год}$$

3. «Рассчитать эксплуатационные расходы Р на содержание автоматических систем пожаротушения» [4]:

$$P = A + C = 308436,325 \text{ руб/год} \quad (20)$$

«Текущие затраты» [4]:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} = 158435,075 \text{ руб/год} \quad (21)$$

«Затраты на текущий ремонт» [4]:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (22)$$

$$C_{m.p.} = \frac{3000025 \cdot 0,3}{100} = 9000,075 \text{ руб / год}$$

«Затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [4]:

$$C_{c.o.n.} = 12 * Ч * ЗПЛ \quad (23)$$

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot 1 \cdot 12100 = 145200 \text{ руб / год}$$

«Затраты на огнетушащее вещество» [4]:

$$C_{o.в.} = W * Ц * k_{м.з.с.р.} \quad (24)$$

$$C_{o.в.} = 70 \cdot 110 \cdot 0,55 = 4235 \text{ руб / год}$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения» [4]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (25)$$

$$A = \frac{3000025 \cdot 5}{100\%} = 150001,25 \text{ руб / год}$$

$$I_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1 + НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (26)$$

$$I_t = \{[584852,897 - 524696,041] - 308436,325\} \cdot \frac{1}{(1+0,1)^t} - 3000025$$

«Определяем интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта» [4] из таблицы 7.

$$I = \sum_{t=0}^T I_t = 60853231,78 \quad (27)$$

Таблица 7 – Расчет денежных потоков за период времени

Год осуществления проекта	$M(\Pi1)-M(\Pi2)$	$P_2-P_1$	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi1)-M(\Pi2)-(P_2-P_1)]*1/(1+НД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	2	3	4	5	6	7
2	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^1$	5774341,392	3000025	2774316,392
3	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^2$	5794860,356	-	2794835,356
4	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^3$	5813512,96	-	2813488,96
5	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^4$	5830471,782	-	2830446,782
6	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^5$	5845887,984	-	2845862,984
7	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^6$	5859902,712	-	2859877,712
8	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^7$	5872643,375	-	2872618,375
9	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^8$	5884225,795	-	2884200,795
10	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^9$	5894755,269	-	2894730,269
11	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{10}$	5904327,517	-	2904302,517
12	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{11}$	5913029,561	-	2913004,561
13	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{12}$	5920940,51	-	2920915,51
14	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{13}$	5928132,282	-	2928107,282
15	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{14}$	5934670,256	-	2934645,256
16	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{15}$	5940613,869	-	2940588,869
17	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{16}$	5946017,154	-	2945992,154
18	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{17}$	5950929,231	-	2950904,231
19	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{18}$	5955394,755	-	2955369,755
20	60156,856	308436,325	$1/(1+НД)^{19}$	5959454,323	-	2959429,323

Итак, согласно рассчитанным денежным потокам, можно сделать вывод о том, что применение переносного средства для предотвращения распространения открытого пламени из горящего помещения в пространство является целесообразным мероприятием.

## Заключение

В первом разделе бакалаврской работы дана оперативно-тактическая характеристика объекта. Станция «Сызрань-город» состоит из двух приемоотправочных парков – чётного и нечётного, и одного сортировочного, а также грузового двора. Пожарная опасность станции характеризуется большим количеством перевозимых через станцию, обрабатываемых на станции вагонов с взрывоопасными и пожароопасными грузами, а также наличием на станции складов ГСМ, пожароопасных производств.

Здания с массовым пребыванием людей:

- бывшее здание отделения дороги – рассчитано на 600 человек;
- железнодорожный вокзал (РДЖВ) – 500 человек;

Протяженность станции составляет 4 км.

В качестве вариантов возникновения пожара, принимаем:

1. Возникновение пожара в центре камеры хранения на первом этаже.
2. Возникновение пожара в результате столкновения вагона и цистерны с СУГ. Не исключена возможность неосторожного обращения с огнём персонала и посетителей.

Во втором разделе исследована организация действий персонала до прибытия подразделений МЧС: начальника вокзала, поезда, машиниста локомотива.

В третьем разделе «Разработка инженерно-технических решений по обеспечению пожарной безопасности» изучены способы тушения пожаров штатными и подручными средствами. Для повышения безопасности на объектах ГКУ «ПСС СО» предлагается использование переносного устройства для предотвращения распространения и локализации пожара согласно патенту №2690805 (автор П.Д. Ридигер).

Изобретение относится к противопожарной технике, более конкретно, к переносному средству для предотвращения распространения и локализации пожара и может найти применение в качестве первичного противопожарного

средства при работе пожарно-спасательных отрядов для предотвращения распространения открытого пламени в технологических, дверных и оконных проемах при пожаре в зданиях и сооружениях.

Технический результат изобретения заключается в уменьшении времени перекрытия пожарными расчетами проемов в зданиях посредством высокотехнологичных огнезащитного полотна и средств его крепления, а также в значительном увеличении времени безопасного пребывания спасателей и потерпевших за пределами очага возгорания под защитой теплового экрана с повышенными огнезащитными свойствами.

Дополнительный технический результат заключается в упрощении и облегчении условий эксплуатации переносного средства, особенно в зонах распространения открытого пламени. Использование предложенного технического решения позволяет также облегчить условия эвакуации из зоны возгорания, уменьшить количественный состав пожарных расчетов и повысить уровень пожарной безопасности помещений при обеспечении условий тактической вентиляции в здании.

В четвертом разделе «Организация тушения пожара» рассчитаны силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения.

В пятом разделе проанализирована технологии ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ на рассматриваемом объекте при пожарах и ЧС.

Шестой раздел посвящен способам охраны труда: улучшение условий труда на рабочих местах; обеспечение работников современными сертифицированными средствами индивидуальной защиты; сокращение производственного травматизм; снижение уровня профессиональной заболеваемости.

В седьмом разделе изучено влияние железнодорожных объектов на окружающую среду.

В последнем, восьмом разделе проведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Список используемых источников

1. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. М. : Академия, 2013. - 201 с.
2. Ишков А.Г. Проблемы охраны окружающей среды на ж/д транспорте. Железнодорожный транспорт. М. : Транспорт, 2015. 54 с.
3. Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. М. : Издательство «КноРус», 2015. 400 с.
4. Методические указания по выполнению раздела 6. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.04.2020).
5. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <http://base.garant.ru/10103955/1cafb24d049dcd1e7707a22d98e9858f/> (дата обращения 05.04.2020).
6. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ (ред. от 27.12.2019). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70452676/> (дата обращения 20.04.2020).
7. Об охране труда на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]: Отчет РЖД. URL: [https://old-social.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=5131&layer\\_id=3290&id=1243](https://old-social.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5131&layer_id=3290&id=1243) (дата обращения 25.04.2020).
8. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 23.12.2014 № 1100н. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70918304/> (дата обращения 03.03.2020).
9. Об утверждении Списка профессий рабочих локомотивных бригад, а

также профессий и должностей работников отдельных категорий на железнодорожном транспорте и метрополитене, пользующихся правом на пенсию в связи с особыми условиями труда [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 24 апреля 1992 г. № 272. URL: <https://base.garant.ru/178696/> (дата обращения: 24.04.2020).

10. Павлова Е.И. Экология транспорта. М. : Транспорт, 2018. 214 с.

11. Пат. 2243796 Российская Федерация. Противопожарный занавес / Н.П. Копылов, А.П. Кисиль, А.И. Майоров, Е.М. Мазанов : заявитель и правообладатель ФГУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России. - № 2003215468 ; заявл. : 13.01.2003 ; опубл. : 10.01.2005. Бюлл. №5. 8 с.

12. Пат. 2082470 Российская Федерация. Переносное средство для предотвращения и распространения пожара / О.И. Бодня, О.Л. Дубрава, С.В. Логинов, А.В. Романьков. - № 95109407 ; заявл. : 16.06.1995 ; опубл. : 27.06.1997. Бюлл. №7. 6 с.

13. Пат. 161992 Российская Федерация. Переносное средство для предотвращения и распространения пожара / П.Д. Ридигер, Д.Д. Ридигер : заявитель и правообладатель П.Д. Ридигер. - № 2015144073 ; заявл. : 14.10.2015 ; опубл. : 20.05.2016. Бюлл. №11. 14 с.

14. Пат. 2690805 Российская Федерация. Переносное устройство для предотвращения распространения и локализации пожара / П.Д. Ридигер, Г.В. Кривошапка, В.С. Еньков, В.Ю. Климов, А.В. Перминов, М.Е. Шарапов : заявитель и правообладатель П.Д. Ридигер. – № 2018129673 ; заявл. : 07.08.2017 ; опубл. : 05.06.2019. Бюлл. №16. 7 с.

15. Пожарная безопасность в местах скопления людей. Отчет «РБК-Недвижимость» [Электронный ресурс]. URL: <http://snip1.ru/pozharnaya-bezopasnost-v-torgovyx-centrax/> (дата обращения 14.02.2020).

16. Пожарная безопасность общественных предприятий. Информационный портал Орбита-Союз [Электронный ресурс]. URL: <http://os-info.ru/pozharnaya-bezopasnost/pozharnaya-bezopasnost-torgovyx->



predpriyatij.html (дата обращения 28.01.2020).

17. ПТП ж/д станции «Сызрань-город» / ГКУ «ПСС СО», 2018. 49 с.

18. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: СП 1.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143>(дата обращения 19.04.2020).

19. Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность. М. : ДиС, 2010. 144 с.

20. Тверская С.С. Безопасность жизнедеятельности. М. : Издательство «МПСи», 2013. 456 с.

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012). URL: <http://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения 15.04.2020).

22. Тихомиров О.И. Пособие по пожарной безопасности. М. : НЦ ЭНАС, 2014. 64 с.

23. Усанов Б.В. Нормы пожарной безопасности. Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций. М. : Энергия, 2014. 500 с.

24. Cicione A. Full-scale Experimental Testing of Fire Spread between Multiple Dwellings in Informal Settlements // Fire Safety Journal. 2019. № 02. Pp. 27-33.

25. Huang X. Effect of Insulation Melting and Dripping on Opposed Flame Spread over Laboratory Simulated Electrical Wires // Fire Safety Journal. 2018. № 08. Pp. 17-24.

26. Meacham B. IAFSS agenda 2030 for a fire safe world // Fire Safety Journal. 2019. № 10. Pp. 15-28.

27. Mousannif H. Predictive Modeling of Forest Fires: A New Dataset and Machine Learning Approach // Fire Safety Journal. 2019. № 02. Pp. 21-26.

28. Xin Jing. Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management // Fire Safety Journal. 2016. № 10. Pp. 34-39.