

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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата
(наименование)

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

Пожарная безопасность
(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Профилактика и тушение пожаров общественного электро и автотранспорта

Студент

И.Р. Суондукова
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

Консультанты

Т.Ю. Фрезе

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

А.В. Москалюк

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

Тольятти 2021

Аннотация

Тема работы: «Профилактика и тушение пожаров общественного электро и автотранспорта».

В разделе «Организация пожарной безопасности на общественном электро и автотранспорте» исследована пожарная опасность общественного транспорта.

В разделе «Анализ систем противопожарной защиты общественного электро и автотранспорта» представлен анализ имеющихся систем противопожарной защиты на автобусах и троллейбусах.

В разделе «Организация борьбы с пожаром» исследуется обеспечение мероприятий по организации борьбы с пожарами на подвижном составе автотранспортного предприятия.

В разделе «Статистика пожаров на общественном электро и автотранспорте» представлен анализ статистических данных по пожарам на автобусах и троллейбусах.

В разделе «Охрана труда» представлена схема управления охраной труда на автотранспортных предприятиях.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» анализируется антропогенное воздействие пожара на подвижном составе (троллейбусе) автотранспортного предприятия.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» рассчитывается интегральный экономический эффект от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия.

Работа состоит из шести разделов на 59 страницах и содержит 5 таблиц и 15 рисунков.

Abstract

The graduation work is devoted to prevention and extinguishing of public electric and motor transport fire.

In the section “Organization of fire safety on public electric and motor transport” fire danger of public transport is studied.

The section “Analysis of fire protection systems for public electric and motor transport” presents an analysis of existing fire protection systems on buses and trolleybuses.

The section “Organization of fire fighting” examines the provision of measures for the organization of fire fighting on the vehicles of a motor transport enterprise.

The section “Statistics of fires on public electric and motor transport” provides an analysis of statistical data on fires on buses and trolleybuses.

In the section “Labor protection” the scheme of labor protection management at motor transport enterprises is presented.

The section “Environmental protection and environmental safety” analyzes the anthropogenic impact of a fire on the vehicles of a motor transport company.

In the section “Evaluation of the effectiveness of measures to ensure occupational safety”, the integral economic effect of the equipment with an automatic fire alarm system and fire extinguishing control of the compartments and interior of the vehicles of the transport enterprise is calculated.

The work consists of six chapters on 59 pages and contains 5 tables and 15 figures.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Организация пожарной безопасности на общественном электро и автотранспорте	9
2 Анализ систем противопожарной защиты общественного электро и автотранспорта	21
3 Организация борьбы с пожаром	27
4 Статистика пожаров на общественном электро и автотранспорте.....	37
5 Охрана труда.....	42
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	46
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	48
Заключение	54
Список используемых источников.....	57

Введение

Современные транспортные средства представляют новую опасность, например, из-за включения в их конструкции большего количества горючих материалов (например, топлива, пластмасс, синтетических материалов и т.д.).

По мере популяризации транспортных средств, работающих на альтернативном топливе, были подняты вопросы, касающиеся их уникальных опасностей, характеристик горения и типичной продолжительности горения [21].

Пожары на транспортных средствах не являются редкостью, но большинство из них происходят вдоль дороги или после столкновения. Пожары транспортных средств на стоянках, перерастающие в крупные, неконтролируемые ситуации, довольно редки [22].

Важно понять опасность, создаваемую современными пожарами транспортных средств, и определить, требуют ли действующие пожарные нормы современных требований к противопожарной защите [23].

Возросла пожароопасность в результате изменений в конструкции транспортных средств и увеличения использования пластмасс и других горючих материалов в конструкции транспортных средств. Повышенное содержание пластика в современном транспорте проявляется в более быстром распространении пламени внутри транспортного средства, более легком зажигании и более быстром распространении огня [24].

Отсутствие каких-либо требований к системам активной защиты в противопожарных нормах и тенденции в проектировании как транспортных средств, так и гаражей предполагают, что крупные разрушительные пожары в этих сооружениях могут стать все более распространенными. Хотя риск травм среди населения по-прежнему будет оставаться низким, эти пожары могут привести к чрезвычайно большим материальным потерям и неблагоприятному воздействию на окружающую среду [25].

Пожарная безопасность в автобусах была в центре внимания значительных исследований в последние годы, но многое еще предстоит улучшить, в частности, в области предотвращения пожаров и безопасного выхода. Обмен информацией и передовым опытом может принести пользу всем сторонам, но самое главное – обеспечить безопасность пассажиров.

Цель работы – разработка технических, технологических средств, обеспечивающих профилактику и тушение пожаров общественного электро и автотранспорта.

Задачи:

- исследовать пожарную опасность общественного транспорта;
- произвести анализ обеспеченности общественного транспорта системами обнаружения пожара и пожаротушения;
- исследовать обеспечение мероприятий по организации борьбы с пожарами на подвижном составе автотранспортных предприятий;
- проанализировать статистику пожаров на подвижном составе общественного транспорта;
- произвести выбор технических средств автоматической системы пожарной сигнализации и системы пожаротушения на подвижном составе общественного транспорта;
- рассмотреть схему управления охраной труда на автотранспортных предприятиях;
- произвести оценку антропогенного воздействие пожара на подвижном составе автотранспортного предприятия на окружающую среду (количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при пожаре);
- произвести оценку эффективности проведения мероприятий по повышению пожарной безопасности объекта.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [19].

«Класс конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков - классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара» [19].

«Класс функциональной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков - классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства» [19].

«Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

«Пожарная сигнализация – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [19].

«Пожарная опасность веществ и материалов – состояние веществ и материалов, характеризующее возможность возникновения горения или взрыва веществ и материалов» [19].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АБК – административно-бытовой корпус.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АСОТП – автоматическая система обнаружения и тушения пожаров.

ГОВА – генератор огнетушащего аэрозоля.

ИТР – инженерно-технический работник.

МПП – модуль порошкового пожаротушения.

ООС – охрана окружающей среды.

ОТ – охрана труда.

ПБ – пожарная безопасность.

ПВХ – поливинилхлорид.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПК – пожарный кран.

ПКП – приёмно-контрольный прибор.

ППКУП – прибор приемно-контрольный пожарный.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

РУ – распределительное устройство.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

СП – средство пожаротушения.

ТБ – техносферная безопасность.

ТТУ – Тольяттинское троллейбусное управление.

1 Организация пожарной безопасности на общественном электро и автотранспорте

Автобусный транспорт считается одним из самых безопасных видов общественного транспорта. Миллионы пассажиров каждый день безопасно ездят на работу, в школу и обратно. Производители автобусов и автотранспортные предприятия пошли на многое, чтобы установить и поддерживать эту безопасность [1].

Однако пожар, возникший в результате столкновения или отказа систем подвижного состава, ставит под угрозу жизни людей.

Во всем мире растет озабоченность общественности в связи с пожарами в междугородных автобусах, главным образом из-за их связи с серьезными человеческими жертвами и материальными потерями. В результате были проведены многочисленные зарубежные исследования для изучения причин, факторов и особенностей таких пожаров, а также исследования, посвященные моделированию сценариев возгорания автобусов [2].

Однако детальный анализ причин возгораний автобусов и взаимосвязей факторов риска отсутствует.

Во всем мире появляются новые альтернативные виды топлива, которые заменяют ископаемые виды топлива, такие как бензин и дизельное топливо. В настоящее время используются гибриды, природный газ, Все электрические и даже водородные автобусы. Общая выгода велика, но с появлением новых видов топлива и технических решений риски пожара меняются. Кроме того, первые ответчики сталкиваются с новыми рисками. Пожары на альтернативных видах топлива, таких как этанол, также могут в некоторой степени быть более сложными для тушения.

Этанол является смешиваемым с водой топливом и требует использования спиртостойких концентратов пены, другие пены разрушаются очень быстро [3].

Некоторые страны используют альтернативные виды топлива уже более 20 лет, другие только начинают. Одним из препятствий на пути внедрения альтернативных видов топлива является представление о том, что они могут привести к взрывам и повышению риска. Распространение современных знаний и разработка новых данных являются ключом к широкомасштабному внедрению альтернативных видов топлива.

Автобусы и троллейбусы создают множество уникальных проблем с точки зрения обеспечения пожарной опасности.

На рисунке 1 представлен внешний вид автобуса.

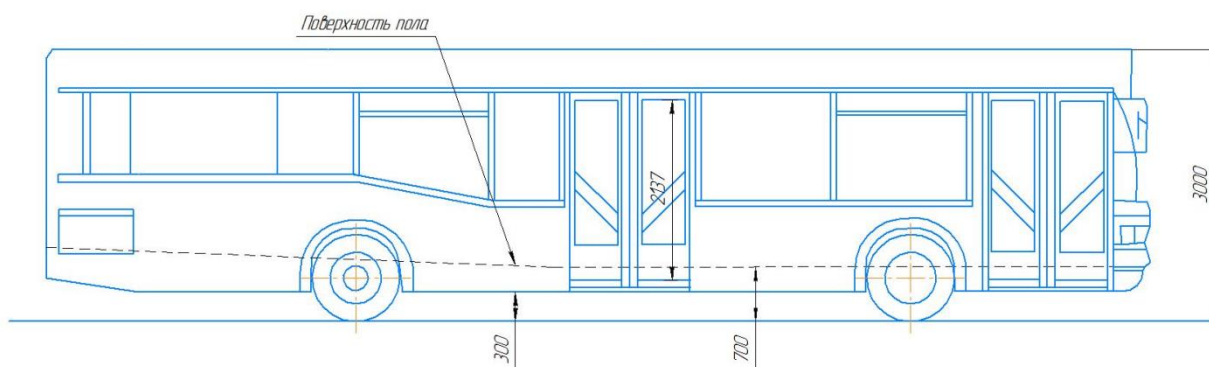


Рисунок 1 – Внешний вид автобуса

«Согласно требованиям, предъявляемым к конструкции автобуса, в зависимости от его класса и пассажироместимости, нормируется количество, размеры и конструкция дверей, люков, пассажирских сидений и проходов» [4].

Пожарная безопасность автобусов охватывает многие аспекты проектирования, эксплуатации и технического обслуживания. Все они играют решающую роль в установлении эффективных стандартов обеспечения пожарной безопасности. Автобусы и троллейбусы создают множество уникальных проблем с точки зрения пожарной опасности [5].

Электрические пожары создают столько же проблем, сколько и пожары на автобусах. Электрическая дуга и короткие замыкания не всегда приводят к срабатыванию защитных устройств, таких как предохранители.

Некоторые кабели, например те, которые используются от батареи к стартеру и генератору, несут очень большие токи, способные производить достаточно тепла, чтобы не только воспламенить близлежащие горючие материалы, но и вызывать нарушения в гидравлических линиях и металлических крышках.

На рисунке 2 представлен внешний вид троллейбуса.

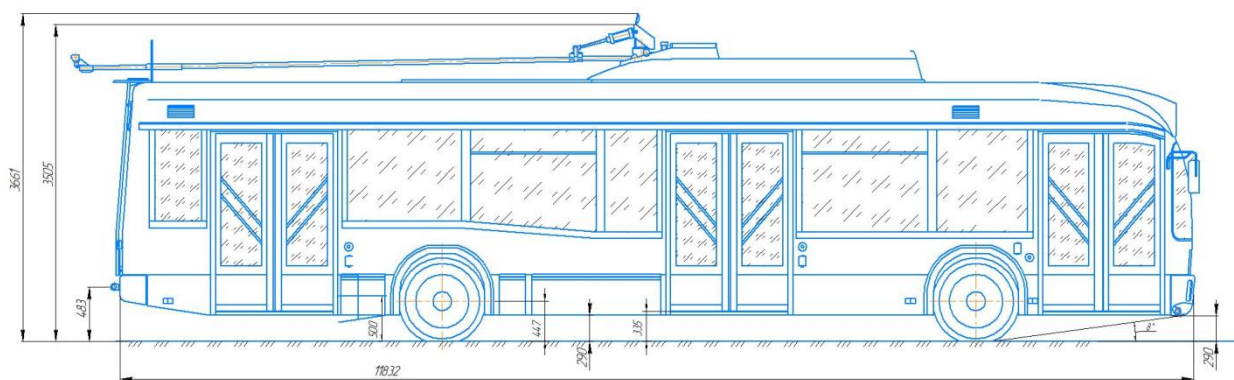


Рисунок 2 – Внешний вид троллейбуса

Различные конструкции, геометрия и беспорядок явно представляют риски, которые необходимо проанализировать.

Первым шагом в этом процессе и, возможно, самым важным является проведение тщательного анализа пожарного риска, который должен включать анализ последствий заложения этих рисков на этапе проектирования транспортных средств [6].

Это поможет обеспечить, чтобы практика технического обслуживания и обучение учитывали выявленные риски.

Моторный отсек, который является одним из наиболее известных пожарных рисков, создает несколько проблем, влияющих на обнаружение и

тушение пожаров. Вентиляция через вентиляторы и отверстия в моторном отсеке может обеспечить высокий уровень воздушного потока. Это облегчает необходимое охлаждение двигателя и отсека, но также может увеличить интенсивность и распространение пламени, что может оказать огромное влияние на время обнаружения пожара и эффективность системы пожаротушения.

Первые несколько месяцев эксплуатации и эксплуатации во всех сезонных условиях также имеют решающее значение. Высокие температуры, создаваемые в моторном отсеке, могут привести к преждевременному выходу из строя компонентов и потенциально повысить температуру поверхности, что может привести к более быстрому воспламенению легковоспламеняющихся жидкостей, чем ожидалось [7].

Произведём выявление факторов риска, связанных с пожарами в автобусах и троллейбусах.

Рассмотрим фактор риска – человеческий фактор.

Люди играют самую важную и активную роль в пожарах на транспорте; эту сущность можно далее разделить на водителей и пассажиров.

Факторы риска, приписываемые водителям, включают следующее [8]:

- халатность при проведении плановой проверки безопасности (это может привести к риску возникновения пожара в двигателе, электрических устройствах и других внутренних конструкциях автобуса; кроме того, потеря или повреждение аварийных молотков и огнетушителей также может привести к большему числу жертв. Водители часто пренебрегают проверкой безопасности);
- недостаточная осведомленность и знания в области обеспечения безопасности (исторически сложилось так, что уровень образования водителей автобусов в России крайне низок, ниже среднего уровня всего общества. Поскольку вождение автобуса вызывает стресс и плохо оплачивается, все меньше и меньше людей хотят быть водителями автобусов, особенно молодые люди с высшим

образованием. Статистика несчастных случаев на транспорте также показывают, что водители в основном среднего и старшего возраста имеют низкие знания в области обеспечения пожарной безопасности);

- рискованное поведение за рулем (перегрузка может затруднить эвакуацию пассажиров, а вождение на высокой скорости, в состоянии усталости может привести к тому, что водители будут реагировать на опасность пожара медленно, что приведет к более серьезным авариям).

Например, случай загорания автобуса в Китае был вызван поджогом и привел к 48 смертям и 33 травмам. Перегрузка автобуса пассажирами значительно способствовала серьезным жертвам, поскольку почти 100 пассажирам не удалось быстро выбраться из горящего автобуса (через 2 минуты) из-за паники.

Факторы риска, приписываемые пассажирам, включают следующее:

- перевозка легковоспламеняющихся и взрывоопасных товаров (в отличие от станций метро, поездов, самолетов и других видов транспорта, обычно на автобусных станциях нет устройств контроля безопасности, что позволяет пассажирам перевозить что-либо в салоне);
- перевозка источников огня (как правило, внутренняя отделка салона и кресел транспортных средств изготавливаются из многочисленных легковоспламеняющихся материалов);
- задержка с сообщением водителям о подозрительных обстоятельствах (обычно при первом возгорании автобуса возникает определенный запах, дым или звук. Если бы пассажиры сообщили при этих обстоятельствах своевременно последствия пожара могут уменьшиться и, возможно, их можно было бы предотвратить).

Рассмотрим фактор риска – транспортное средство.

Во многих случаях сам автобус является источником пожара, а также играет важную роль в возникновении пожара. Факторы риска, связанные с транспортным средством, включают следующее:

- дефект конструкции (при большом количестве легковоспламеняющихся материалов в автобусах и неправильной конструкции вероятность возгорания автобусов возрастает в разы. До сих пор нет конкретных стандартов по огнестойкости автобусов. Кроме того, некоторые автобусы не подходят для длительной езды в плохую погоду, такую как жаркая температура и молния);
- старение транспортного средства (эксплуатация в течение длительного периода времени может привести к старению оборудования, особенно двигателя, электрооборудования и выхлопной системы, что может быть опасным. Автобусы в небольших городах являются устаревшими, которые ранее использовались в течение многих лет в больших городах);
- отсутствие технического обслуживания (водитель обычно устраняет незначительную проблему с автобусом во время работы; однако это может привести к пожару. Кроме того, некоторые автотранспортные предприятия могут не иметь надлежащей квалификации для обслуживания автобусов, а запчасти для автобусов могут быть заказаны или установлены неправильно. Кроме того, если автобус не проходит регулярное техническое обслуживание, оборудование внутри него может стареть, увеличивая вероятность пожара. Старение транспортного средства и отсутствие технического обслуживания являются взаимосвязанными факторами: отсутствие регулярного технического обслуживания приводит к старению автобуса, и по мере старения автобуса водители с меньшей вероятностью будут регулярно его обслуживать);

- некачественное топливо (некоторые заправочные станции могут поставлять некачественное топливо. По результатам обследования АЗС в Центральной части РФ было установлено, что поставки на 2083 из 6630 заправочных станций не соответствуют стандартам качества. Более конкретно, некоторые виды топлива имели более низкую температуру воспламенения, что может увеличить вероятность возникновения пожаров);
- отсутствие установок пожаротушения и аварийной эвакуации (огнетушители либо не установлены, либо теряют эффективность в некоторых автобусах, что приводит к задержке тушения пожара. Кроме того, предохранительные молотки, предохранительные клапаны и другое оборудование часто теряются или ломаются, что затрудняет эвакуацию).

Рассмотрим фактор риска – окружающая среда

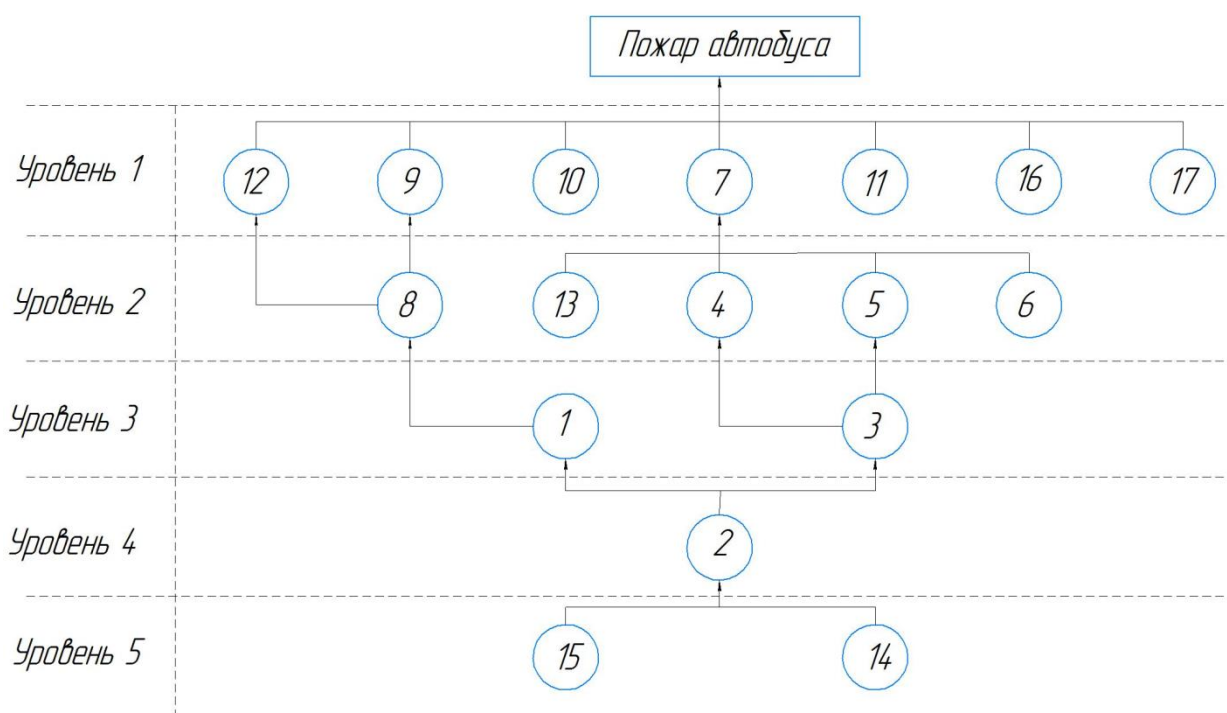
Факторы риска, связанные с окружающей средой, включают следующее:

- социальные противоречия (обострившиеся социальные конфликты повышают вероятность поджогов, злонамеренного ущерба и даже терактов);
- плохие дороги (состояние дорог, профиль дорог, тип поверхности и пропускная способность по-разному влияют на безопасность автобусов);
- плохая погода (вероятность возгорания автобусов значительно возрастает в жарких условиях и при грозах. Например, ежегодно в США из-за плохой погоды происходит около 10 пожаров в автобусах).

Получен окончательный список из 17 факторов риска, которые в основном были связаны с тремя объектами: людьми, транспортным средством и окружающей средой.

Причины пожаров могут быть классифицированы по этим трем объектам и определены факторы риска, связанные с пожарами на автобусах, вызванными этими тремя объектами.

На рисунке 3 смоделировано взаимодействие факторов риска возникновения пожаров на транспорте.



1 – проверка безопасности ТС; 2 – недостаточная осведомленность и знания в области безопасности; 3 – рискованное поведение за рулем; 4 – перевозка легковоспламеняющихся и взрывоопасных товаров; 5 – перевозка источников огня; 6 – задержка в сообщении водителю о подозрительных обстоятельствах; 7 – поджоги и разрушения; 8 – конструктивные дефекты; 9 – утечка топлива; 10 – отсутствие технического обслуживания; 11 – низкое качество топлива; 12 – отсутствие систем пожаротушения и аварийной эвакуации; 13 – социальные противоречия; 14 – отсутствие образования по вопросам безопасности и популяризация знаний о безопасности; 15 – отсутствие необходимых законов и правил; 16 – плохие дороги; 17 – плохая погода.

Рисунок 3 – Взаимодействие факторов риска возникновения пожаров на транспорте

Все факторы риска, связанные с пожарами в автобусах, можно разделить на пять уровней [17].

Факторы на первом уровне будут непосредственно влиять на пожары в автобусах. Факторы на средних уровнях (2, 3 и 4) являются элементами, которые косвенно влияют на пожары шин и играют определенную роль в соединении уровней выше и ниже. Последний уровень (5) представляет факторы макроуровня пожаров в автобусах. Кроме того, факторы на более высоком уровне будут подвержены влиянию факторов на более низких уровнях, и существует прямое воздействие между факторами на соседних уровнях. Другими словами, изменения в факторах низкого уровня будут проявляться в факторах среднего уровня, поэтому факторы низкого уровня могут «контролировать» факторы среднего уровня, поэтому они более важны во всей иерархической структуре.

Семь поверхностных факторов оказывают непосредственное влияние на пожары в автобусах: поджоги и разрушения (7), утечка топлива (9), отсутствие технического обслуживания (10), низкое качество топлива (11), отсутствие систем пожаротушения и аварийной эвакуации (12), плохие дороги (16), и плохая погода (17). Эти 7 факторов не могут влиять на другие, то есть они независимые факторы.

Факторы на уровнях 2, 3 и 4 находятся под влиянием более низких уровней и не оказывают прямого влияния на пожары. Уровень 2 включает перевозку легковоспламеняющихся и взрывоопасных товаров (4), перевозку источников огня (5), задержку в сообщении водителю о подозрительных обстоятельствах (6), конструктивные дефекты (8) и социальные противоречия (13).

Уровень 3 включает в себя небрежное отношение к предрейсовой проверке безопасности (1) и рискованное поведение за рулем (3).

Уровень 4 включает в себя недостаточную осведомленность и знания в области безопасности (2).

Основное влияние этих факторов на пожары в автобусах можно сравнить с соединительными звеньями; другими словами, это соединительные факторы.

Факторы уровня 5 влияют на других, но не подвержены влиянию других: отсутствие образования по вопросам безопасности и популяризация знаний о безопасности (14) и отсутствие необходимых законов и правил (15). Факторы находятся в нижней части структуры, символизируя, что они оказывают фундаментальное влияние на пожары в автобусах, а именно факторы глубины.

Большинство элементов уровня транспортного средства присутствуют на высоких уровнях (1 и 2), что указывает на то, что транспортные средства играют непосредственную роль в пожарах в автобусах; конечно, транспортное средство также является местом пожара в автобусе. Неисправности транспортных средств и неисправности электрооборудования являются прямыми причинами более чем 50% аварий, поэтому меры по уровню транспортных средств будут непосредственно влиять на пожары в автобусах.

Поджог и уничтожение (7) вызваны перевозкой легковоспламеняющихся и взрывоопасных товаров (4), перевозка источников огня (5), задержкой в сообщении о подозрительных обстоятельствах для водителя (6) и социальные противоречия (13). Поджигатели – это антиобщество, и их трудно распознать. Очевидно, что поджигателям нужны легковоспламеняющиеся, взрывоопасные товары и источники огня для поджога. Когда они приносят их в автобусы, если другие пассажиры узнают их и сообщают о них водителю, пожар может быть предотвращен. Кроме того, когда поджигатель поджигает, вместо того, чтобы кричать или беспорядочно убежать, пассажиры могут принять такие меры, как использование огнетушителя; таким образом, последствия пожаров могут быть смягчены, в то время как это позволяет увеличить время эвакуации.

Большинство элементов, связанных с пассажирами, являются связующими факторами, и все они обусловлены факторами, связанными с водителем; другими словами, водители оказывают влияние на пассажиров. Это указывает на то, что пассажиров следует не только просить

контролировать свое собственное поведение, но и требовать, чтобы водители следили за ними. Как отмечается в некоторых записях о несчастных случаях, причиной пожара стало то, что водитель не запретил пассажирам перевозить запрещенные товары, курить и так далее.

Все элементы, связанные с драйверами, присутствуют на средних уровнях (3 и 4), и на них влияют глубинные факторы. Более конкретно, халатное отношение к регулярным проверкам безопасности (1) и рискованное поведение за рулем (3) обусловлены недостаточной осведомленностью и знаниями в области безопасности (2), что обусловлено отсутствием образования в области безопасности и популяризации знаний в области безопасности (14) и неадекватными законами и правилами (15).

Таким образом, мы можем определить механизм воздействия факторов риска: факторы глубины влияют на факторы, связанные с водителем, затем переходят на факторы, связанные с пассажирами, и, наконец, на результат – пожары в автобусах [9].

Факторы, связанные с транспортным средством, и другие факторы окружающей среды являются независимыми факторами и не зависят от факторов глубины.

Исследование выявило и определило приоритетность 17 критических факторов риска, связанных с пожарами в автобусах. Факторы риска включают субъективную оценку, поэтому их трудно моделировать. Следовательно, необходимо было выявить доминирующие факторы риска, изучив их влияние и зависимость.

Вывод.

Основываясь на результатах анализа, выводы и рекомендации включают следующее:

- правительству следует предпринять усилия по разработке специальных законов, касающихся пожарной безопасности автобусов и троллейбусов;

- государственные инвестиции в образование по вопросам пожарной безопасности;
- организация лекции и тренингов для водителей автобусов и троллейбусов;
- проведение надлежащих противопожарных учений;
- увеличить оплату труда водителя и снизить интенсивность работы.
- создание и совершенствование систем подготовки кадров и определение методов научной подготовки и «оценки», таким образом, правила могут осуществляться эффективно, и поведение за рулем может улучшиться.

Что касается факторов риска, связанных с транспортным средством (автобусом), то можно было бы принять некоторые меры:

- следует проводить плановое техническое обслуживание и ежедневную проверку, а устаревшие автобусы должны быть выведены из эксплуатации;
- следует использовать более удобные для человека и безопасные конструкции, такие как аварийные кнопки как внутри, так и снаружи автобуса для отключения всех систем, система раннего предупреждения о пожаре в автобусе, система дистанционного управления разрывом бронированного оконного стекла, автоматическая сигнализация, устройство для открывания дверей и пожаротушения.

2 Анализ системы противопожарной защиты общественного электро и автотранспорта

Обязанность производителей автобусов и троллейбусов в обеспечении подвижного состава общественного транспорта системами противопожарной защиты не обозначена ни одним нормативно-правовым документом РФ.

ЕЭК ООН (Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций) рассматривает изменения к сертификации подвижного состава общественного транспорта, которое может потребовать установки систем пожаротушения в моторном отсеке всех однопалубных, двухпалубных, жестких или сочлененных транспортных средств категории М2 или М3.

Во всем мире ужесточаются требования к пожарной безопасности транспортных средств. Правительственные учреждения, отраслевые ассоциации, производители, операторы и даже общественные группы сформировали комитеты для обсуждения этих вопросов [15].

В США предпринимаются усилия как на федеральном уровне, так и на уровне штатов по повышению пожарной безопасности автобусов. Эти усилия включали исследования и испытания, а также принятие требований к автоматическим системам обнаружения и тушения пожаров.

Все виды автобусного транспорта в США используют ту или иную форму автоматических систем пожаротушения. Некоторые делают его обязательным для всех транспортных средств; другие сосредотачиваются на транспортных средствах, где проблемы эвакуации являются проблемой.

Переборки между зонами повышенного риска, такими как моторный отсек и пассажирский отсек, могут привести к распространению токсичных паров и пламени в пассажирский отсек. Новые материалы создают новые проблемы, как и возросшая сложность систем, соединяющихся из моторного отсека в зону водителя. Методы сдерживания пожара в моторном отсеке

означали бы лучшую безопасность пассажиров и меньший ущерб от распространения пламени.

Подверженная воздействию окружающей среды и глубоко укоренившаяся пожароопасность шасси транспортных средств делают пожары колёс особенно трудными для обнаружения и тушения. Испытания, проведённые Шведским управлением по расследованию несчастных случаев, показали, что может пройти менее 5 минут, прежде чем токсичные пары и дым попадут в пассажирский салон. Системы контроля давления и температуры в шинах представляют собой один из методов раннего обнаружения данного загорания. Было показано, что ранние испытания некоторых покрытий в зоне арок колеса обеспечивают значительное увеличение времени эвакуации до того, как токсичные пары попадут в пассажирский салон [10].

Несколько лет назад Германия, Франция, Норвегия и Швеция договорились объединить свои усилия для дальнейшей разработки требований, касающихся пожарной безопасности транспортных средств категорий М2 и М3 (см. неофициальный документ GRSG-98-08).

В Правила № 107 ООН (требования, касающиеся обнаружения пожара в моторном отсеке, отдельном отопительном отсеке и отдельных отсеках, например туалетах) и Правила № ООН были введены требования, направленные на уменьшение числа и последствий пожаров в автобусах.

Но остается один вопрос – ввести требования к автоматическим системам пожаротушения в моторных отсеках и отдельных отопительных отсеках.

Рабочей группы по общей безопасности (GRSG) Швеция представила неофициальный документ GRSG-105-08, содержащий требования к системам пожаротушения.

После этой сессии предложение было несколько скорректировано, и настоящий документ заменяет GRSG-105-08.

Транспортные средства, оснащенные двигателем внутреннего сгорания, расположенным в задней части отсека водителя, должны быть оборудованы системой пожаротушения в моторном отсеке и в каждом отсеке, где расположена система отопления салона.

Система пожаротушения должна быть оснащена системой сигнализации, обеспечивающей водителю как звуковой, так и визуальный сигнал в случае превышения температуры в моторном отсеке и в каждом отсеке, где расположен нагреватель для сгорания.

Система пожаротушения должна автоматически включаться с помощью системы обнаружения пожара. Система сигнализации обнаружения должна быть сконструирована таким образом, чтобы обнаруживать температуру в моторном отсеке и в каждом отсеке, где расположен нагреватель сгорания, превышающую температуру, возникающую при нормальной работе.

Автоматическая установка пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара и извещения о пожаре водителя, включения системы оповещения о пожаре.

Основным принципом действия извещателя пожарного ручного является замыкание контактов внутреннего микровыключателя, который подключает в шлейф пожарной сигнализации добавочный резистор, что вызывает изменение сопротивления шлейфа.

Основным принципом работы извещателя пожарного дымового является обнаружение частиц дыма в рабочей камере датчика за счет отражения светового излучения, исходящего из светодиода, от частиц дыма, что при обработке электрической схемой извещателя приводит к снижению внутреннего сопротивления датчика до 500 Ом.

Основным принципом работы теплового пожарного извещателя является размыкание контактов термочувствительного элемента при нагреве датчика выше, чем 62 °С.

Система автоматического пожаротушения по сигналу «пожар»

формирует команды:

- включение системы оповещения;
- включение световой сигнализации;
- отключение вентиляции салона;
- запуск системы пожаротушения.

При сработке двух пожарных извещателей система переходит в режим «пожар», включается система оповещения, световая сигнализация (табло «Порошок уходи», «Порошок не входи»), подпор воздуха в тамбур шлюзы; отключается вентиляция и начинается отсчёт на запуск пожаротушения. Запуск пожаротушения не произойдёт, если не будут закрыты все двери.

Запуск пожаротушения возможен дистанционно с места расположения водителя общественного транспорта.

Запуск МПП происходит следующим образом: при подаче электрического импульса на электровоспламенительное устройство производится запуск газогенерирующего элемента, вследствие этого, происходит интенсивное газовыделение внутри камеры аэратора. Газ через клапаны аэратора поступает в корпус модуля. Под давлением газа происходит вскрытие клапана выходного отверстия и выброс огнетушащего порошка через распылитель в зону горения.

Система аварийного пожаротушения должна работать всякий раз, когда приводится в действие устройство запуска двигателя, до тех пор, пока не будет приведено в действие устройство остановки двигателя, независимо от положения транспортного средства.

Система пожаротушения должна устанавливаться в соответствии с руководством по установке изготовителя системы.

Перед установкой должен быть проведен анализ для определения местоположения и направления точек сброса огнетушащего агента (например, сопел, генераторов огнетушащего агента или трубки для выпуска огнетушащего агента или других точек распределения).

Потенциальные опасности пожара в моторном отсеке должны быть идентифицированы и точки сброса расположены таким образом, чтобы подавляющее вещество было распределено для покрытия площади пожара при срабатывании системы. Схема распыления и направление точек сброса, а также расстояние броска должны быть обеспечены для покрытия выявленных опасных факторов пожара.

Кроме того, должна быть обеспечена надлежащая работа системы независимо от высоты транспортного средства. Пожарная опасность, подлежащая учету при анализе, должна состоять, по крайней мере, из следующих факторов: компоненты, температура поверхности которых может превышать температуру самовоспламенения жидкостей, газов или веществ, присутствующих в отсеке, а также электрические компоненты и кабели с током или напряжением, достаточно высокими для воспламенения, а также шланги и контейнеры с легковоспламеняющейся жидкостью или газом (в частности, если они находятся под давлением).

Размещение МПП осуществляется из условия обеспечения равномерного заполнения помещения огнетушащим порошком. Установка МПП осуществляется на несущих конструкциях помещения на кронштейне, которые крепятся таким образом, чтобы обеспечить вертикальное расположение модуля.

Система пожаротушения должна быть масштабирована по сравнению с испытанной системой на основе общего объема отсеков двигателя и вспомогательного отопителя, в которых должна быть установлена система. При измерении моторного отсека и отсека вспомогательного отопителя должен измеряться общий объем этих отсеков, т. е. Объем двигателя и его компонентов не должен вычитаться.

Масштабирование системы включает в себя массу подавляющего агента, все точки сброса и массу баллона с горючим газом. Давление в системе должно оставаться таким же, как и в испытываемой системе. Если система включает в себя выпускную трубку для огнетушащего вещества,

длина трубки должна быть увеличена без сопел. Это приемлемо, если система подавления имеет больше огнетушащего вещества и/или больше точек сброса и/или более длинную выпускную трубу для огнетушащего вещества и/или больше пропеллентного газа, чем требуется в соответствии с моделями масштабирования, приведенными ниже.

Шведское управление по расследованию несчастных случаев расследовало возгорание двух автобусов, работающих на сжатом природном газе (СПГ), в городском движении и настоятельно рекомендовало обязательную установку систем пожаротушения в моторных отсеках.

Если пожар потушен или, по крайней мере, подавлен автоматической системой, риск для пассажиров, водителей и других лиц, находящихся в непосредственной близости от автобуса, снижается.

Шведские страховые компании требуют наличия системы пожаротушения в моторном отсеке больших автобусов и междугородних автобусов, в противном случае они не могут быть застрахованы от пожара. Это «требование» было введено для автобусов и междугородних автобусов, зарегистрированных в 2004 году и после этого.

Вывод: обязанность российских производителей автобусов и троллейбусов в обеспечении подвижного состава общественного транспорта системами противопожарной защиты не обозначена ни одним нормативно-правовым документом РФ, при этом очевидно, что транспортные средства, оснащенные двигателем внутреннего сгорания и электродвигателями должны быть оборудованы системой пожаротушения как в моторном отсеке, так и в каждом отсеке, где расположена система отопления салона.

3 Организация борьбы с пожаром

Все самолеты, поезда и пассажирские суда имеют хорошо установленные стандарты, правила и процессы сертификации для обеспечения поддержания высокого уровня безопасности по мере внедрения новых материалов и конструкций.

Пожарная безопасность автобусов и троллейбусов охватывает многие аспекты проектирования, эксплуатации и технического обслуживания. Все они играют решающую роль в установлении эффективных стандартов и передовой практики, но, как правило, ответственность за них несут различные заинтересованные стороны в процессе разработки.

Автобусы и троллейбусы создают множество уникальных проблем с точки зрения обеспечения пожарной опасности.

Различные режимы работы (город, шоссе, междугородние перевозки), уникальные типы транспортных средств (школьный автобус (минивэн), междугородний автобус, городской общественный транспорт) и изменения конструкции в соответствии с новыми стандартами экологических выбросов создают условия для пожарной опасности; но каждая пожарная опасность, будь то моторный отсек, аккумуляторный отсек или даже багажный отсек, создает уникальные проблемы в плане геометрии воздушного потока, беспорядка распространения пламени и эвакуации пассажиров из салона.

«Основные причины пожаров на транспорте – это нарушение правил эксплуатации автомобиля, в частности, установка акустических систем или осветительных приборов с нарушениями соединения и прокладки электропроводов, неисправность систем и узлов, нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ» [4].

«Пожар в транспорте опасен тем, что начинается он практически незаметно. А известно о нем становится, когда уже слышен запах гари и дыма. Распространение же огня происходит в разы быстрее, чем на других объектах. Весь процесс занимает от считанных секунд до 2-3 минут» [4].

Из анализа обеспеченности системами пожаротушения видно, что здания автотранспортных предприятий обеспечены и первичными средствами и автоматическими системами пожаротушения, но при этом на подвижном составе предприятий, обеспечивающих услугами общественного транспорта системы предупреждения, сигнализации и пожаротушения отсутствуют.

Далее исследуем современные системы автоматического пожаротушения моторных отсеков автобусов, салона, электрической части троллейбуса и места их размещения.

На рисунке 4 представлены современные системы автоматического пожаротушения электрической части троллейбуса и места их размещения.

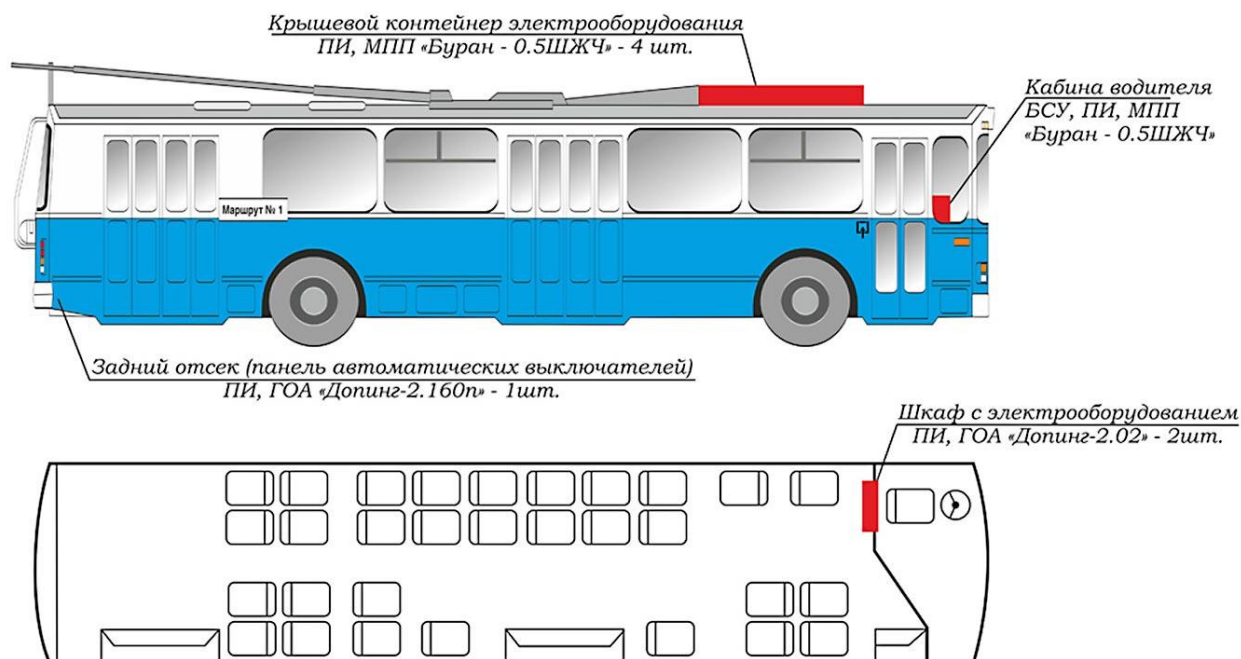


Рисунок 4 – Современные системы автоматического пожаротушения электрической части троллейбуса и места их размещения

Место размещения модуля порошкового пожаротушения МПП «Буран – 0.5» в переднем и заднем отсеках троллейбуса модели «ВМЗ-5298.01-15» изображено на рисунках 5 и 6.

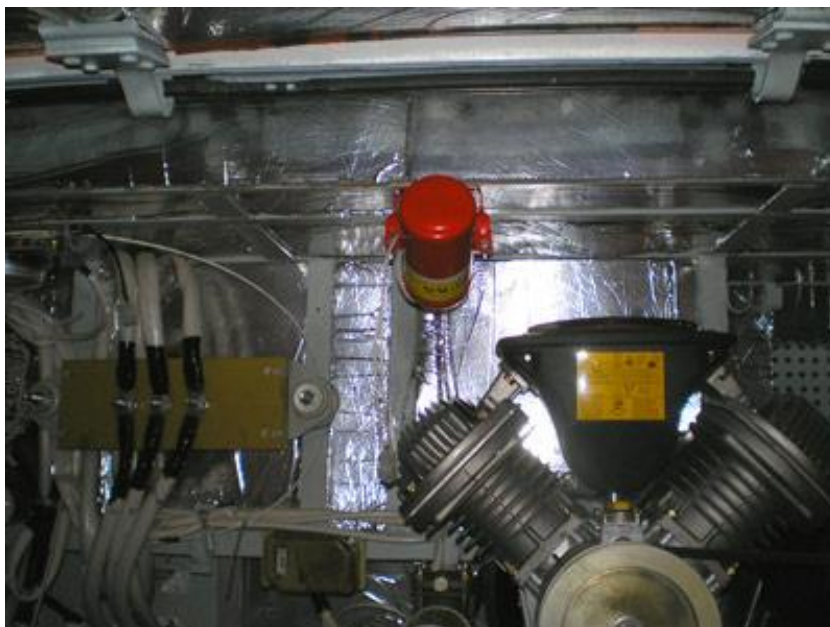


Рисунок 5 – Место размещения модуля порошкового пожаротушения МПП «Буран – 0.5» в переднем отсеке троллейбуса модели «ВМЗ-5298.01-15»

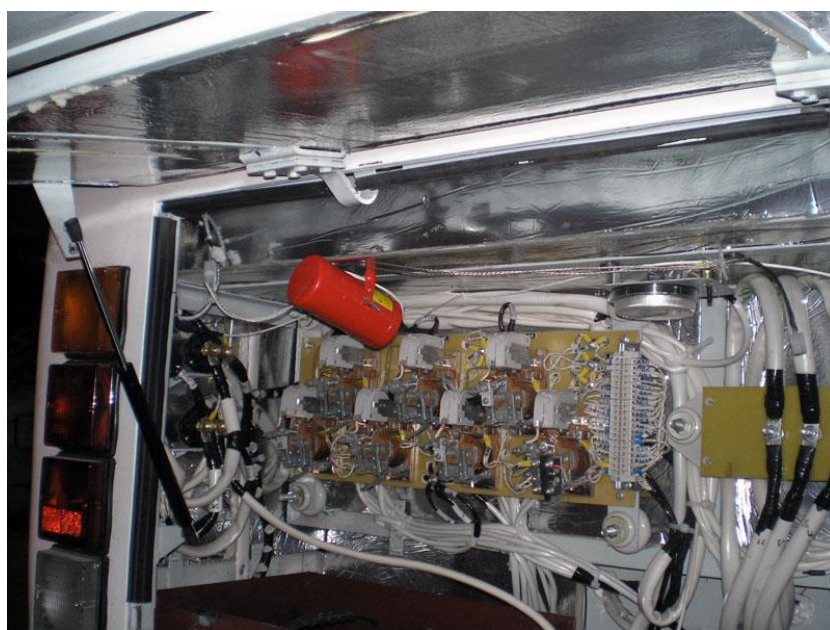


Рисунок 6 – Место размещения модуля порошкового пожаротушения МПП «Буран – 0.5» в заднем отсеке троллейбуса модели «ВМЗ-5298.01-15»

«БСУ-02АМ предназначен для:

- адресного автоматического обнаружения аварийного повышения температуры среды в защищаемых отсеках;
- адресного светового и звукового оповещения водителя об аварийном повышении температуры среды и неисправностях элементов АСОТП;
- запуска средств пожаротушения в ручном или автоматическом режимах» [16].

«ПИ предназначен для контроля температуры среды в защищаемом отсеке с выдачей сигнала о аварийном повышении температуры (данная температура срабатывания задаётся)» [16].

«СП (Средство Пожаротушения) предназначен для:

- тушение пожаров в условно-герметичных объёмах (отсеках) транспортных средств
- тушение пожаров в защищаемых отсеках транспортных средств» [10].

«СП (Средство Пожаротушения) представляют собой:

- модуль порошкового пожаротушения (МПП).
- генератор огнетушащего аэрозоля (ГОА)» [16].

Для того чтобы остановить потенциальный электрический пожар, необходимо снять ток с пораженного кабеля. Внедрение передовых методов маршрутизации, обеспечения безопасности и защиты может значительно снизить риски. Следует изучить методы раннего обнаружения, такие как мониторинг тока или лучшая защита цепи.

При возникновении загорания в троллейбусе ответственность за организацию тушения пожара в начальный период и эвакуацию пассажиров несет водитель троллейбуса.

При возникновении загорания в салоне или отсеках троллейбуса водитель производит мероприятия по эвакуации пассажиров из салона путём открытия всех дверей и обесточиванию троллейбуса путём отсоединения его

от контактной сети и только после этого приступает к тушению загорания первичными средствами (огнетушителями) [10].

В патенте № RU74077U1 по заявлению от 31.01.2008 г. автором Баевым Сергеем Николаевичем (RU)) представлена автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах, владельцем патента является Общество с ограниченной ответственностью «ГК «ЭПОТОС» (ООО «ГК «ЭПОТОС») (RU).

«Изобретение относится к автоматическим системам пожарной сигнализации и управления установками пожаротушения на всех видах транспортных средств, а именно для автоматического обнаружения, тушения и контроля за эффективностью тушения пожаров на тяговом подвижном составе железнодорожного транспорта, на пригородных электропоездах, на подвижном составе метрополитена» [11].

«Система – многофункциональное устройство многоразового действия, которое обеспечивает непрерывную круглосуточную работу на подвижном составе, при этом должно быть восстанавливаемым и обслуживаемым» [11].

«Автоматическая система, предназначенная для использования в подвижных транспортных средствах должна отвечать установленным требованиям по стойкости к внешним воздействиям:

- в части воздействия климатических факторов внешней среды Система должна иметь группу исполнения У категория 2 по ГОСТ 15150-69 с максимальным диапазоном рабочих температур от -40°C (кроме ДД) до +55°C и относительной влажности воздуха (неагрессивной среды) до 98% при средней температуре 25°C;
- система должна быть устойчива к механическим воздействиям по группе условий эксплуатации М25 согласно ГОСТ 17516.1-90» [11].

На рисунке 7 представлены схема реализации изобретения RU74077U1.

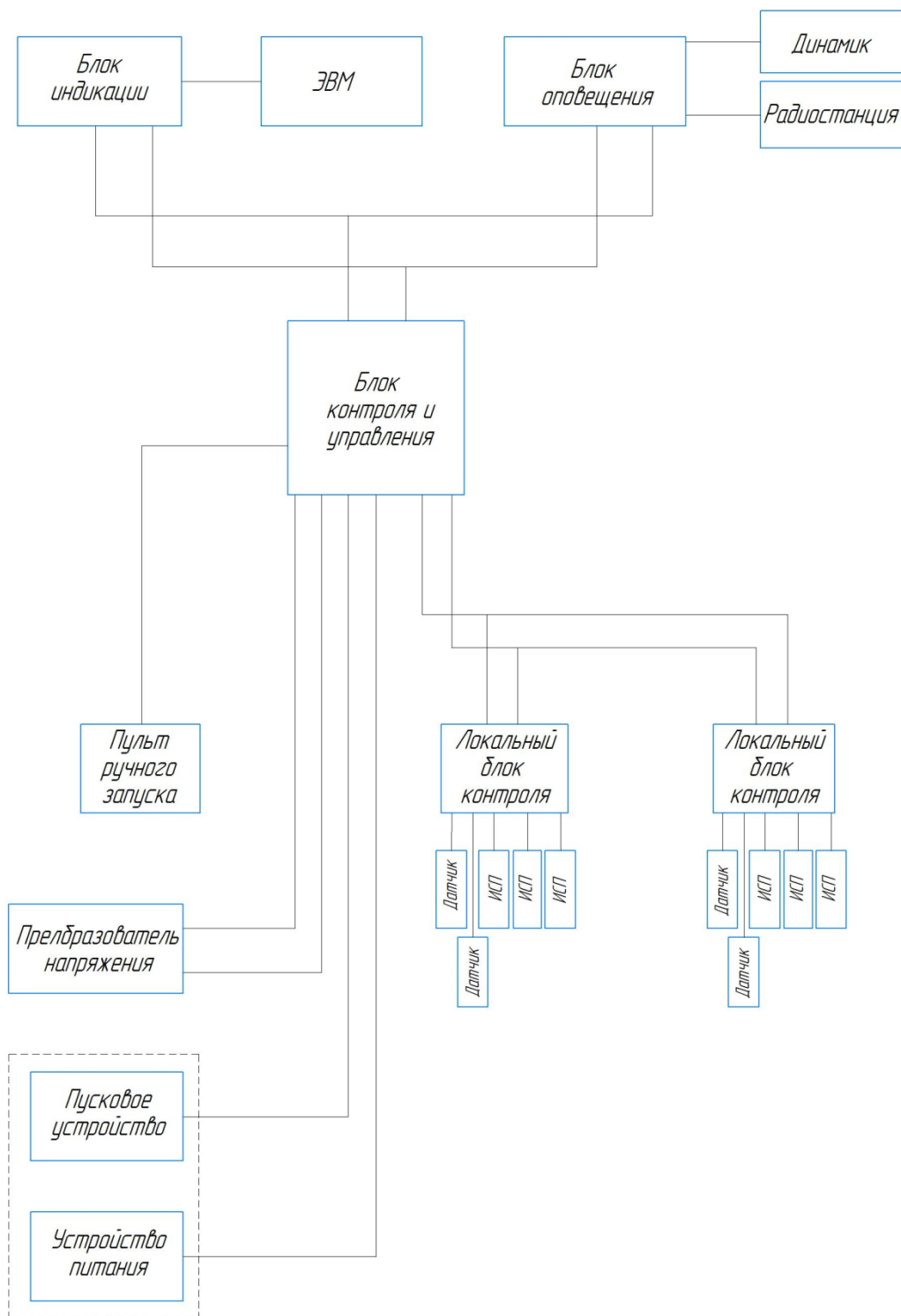


Рисунок 7 – Схема реализации изобретения RU74077U1

«Предлагаемая система при использовании обеспечивает контроль защищаемого объекта тремя видами датчиков (тепловой цифровой, дымовой и тепловой линейный), причем предусмотрено дублирование всех линий связи, как между блоками, так и между линиями разного уровня. Система

предназначена для непрерывного функционирования как в режиме контроля за состоянием ситуации, так и в режиме автоматического или ручного управления средствами пожаротушения, при этом система способна определять и предупреждать о вероятности «пожароопасной ситуации». В системе предусмотрено 2 очереди тушения (в отличие от известных систем) - основанная и резервная, при этом обеспечивается адресный запуск средств пожаротушения, а команду на запуск система выдает при сигнале «пожар», полученном от 2-х датчиков (дублированный сигнал)» [11].

«Система – многофункциональное устройство многоразового действия, которое обеспечивает непрерывную круглосуточную работу на подвижном составе, при этом должно быть восстанавливаемым и обслуживаемым» [11].

«Указанный технический результат достигается тем, что автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах, включающая датчики, контролирующие пожароопасные параметры защищаемой среды, блоки управления, сбора информации и памяти, устройство контроля, световую и звуковую индикацию, исполнительные средства пожаротушения, и выполненная с возможностью функционирования, как в автоматическом, так и в ручном режиме управления, отличающаяся тем, что функцию блоков управления, сбора информации и памяти, устройства контроля, а также световую и звуковую индикацию выполняет блок управления и индикации и соединенный с ним, по крайней мере, один блок контроля и управления, который в свою очередь, дополнительно связан, по крайней мере, с одним локальным блоком контроля, выполненным с возможностью преобразования сигналов и передачи сигналов, как от датчиков, так и к исполнительным средствам, при этом блок управления и индикации, а также блок контроля и управления выполнены с возможностью связи между ними посредством (межсекционной) двухпроводной магистрали передачи данных, а каждый локальный блок контроля и соответствующий ему блок контроля и

управления выполнены с возможностью связи между ними посредством двух последовательных мультиплексных каналов связи» [11].

«Для обеспечения надежности пожаротушения система снабжена исполнительными средствами пожаротушения в количестве, обеспечивающем основную и резервную очередь тушения. Для обеспечения возможности функционирования в ручном режиме система снабжена пультом ручного запуска исполнительных средств пожаротушения основной и резервной очереди, который может быть установлен на внешней стороне вагона (секции) транспортного средства. Кроме того, система снабжена устройством автономного запуска исполнительных средств пожаротушения основной очереди, которое включает преобразователь напряжения, по крайней мере, одно сигнально-пусковое устройство, связанное через реле блока контроля и управления с устройством питания постоянной готовности, которое в свою очередь связано через соответствующее реле блока контроля и управления и через соответствующий локальный блок контроля с исполнительным средством пожаротушения» [11].

«Для повышения надежности функционирования системы двухпроводная магистраль передачи данных, а также все остальные каналы связи выполнены дублированными» [11].

«Для обеспечения бесперебойной работы система выполнена с возможностью подключения к основному и резервному источникам питания и с обеспечением в ручном режиме автоматического переключения с основного на резервный источник питания и обратно» [11].

«При регистрации превышения порогового значения температуры воздуха в зоне тушения одним датчиком (1) блок ЛБК (3) передает сообщение на БКУ (4), который передает сообщение на БУИ (5) и на БРО(6). На БУИ отображается сообщение «Внимание» (пожароопасная ситуация) с указанием номера секции (вагона), названия зоны контроля и типа датчика. Сообщение сопровождается звуковой и световой сигнализацией. На БРО (6) сообщение преобразуется в звуковое сообщение «Пожар» и транслируется

через встроенный динамик и через внешний динамик (8). Так же сообщение передается на радиостанцию (7) для передачи диспетчеру» [11].

«При регистрации превышения порогового значения температуры воздуха в зоне тушения двумя датчиками (1) БКУ (4) передает информационный сигнал на БУИ (5) и на БРО(6). На БУИ (5) отображается сообщение «Пожар» с указанием номера секции (вагона), названия зоны контроля. Сообщение сопровождается звуковой и световой сигнализацией. На БРО (6) сообщение преобразуется в звуковое сообщение «Пожар» и транслируется через встроенный динамик и через внешний динамик (8). Так же сообщение передается на радиостанцию (7) для передачи диспетчеру» [4].

«Запуск системы с пульта ручного пуска (ПРП), расположенного на корпусе вагона (секции), возможен как при функционировании системы в автоматическом режиме, так и в ручном» [11].

«Автономный запуск возможен при функционировании системы в автоматическом режиме или при отсутствии питания в системе. При достижении температуры срабатывания в зоне тушения сигнально-пусковое устройство (12) выдает импульс, который через реле БКУ (4) передается на устройство питания постоянной готовности (13), которое после получения импульса начинает генерировать напряжение, которое через БКУ (4) передается на ЛБК (3) и далее на ИСП (1) основной очереди» [11].

«Проведена проверка огнетушащей способности системы с использованием модельных очагов пожара (5 опытов), при которой учитывались временные параметры тушения. По условиям испытаний время свободного горения модельных очагов составляло не менее 60 с перед включением системы на срабатывание. Все модельные очаги были потушены за время, не превышающее 20 с после активации запуска исполнительных средств пожаротушения, следует особо отметить, что при испытаниях на данном электровозе использование резервной очереди ИСП не потребовалось» [11].

Таким образом, предлагаемая полезная модель направлена на решение поставленной задачи и соответствует всем критериям патентоспособности по действующему законодательству.

Вывод: предлагаемая автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах обеспечит автоматическое тушение пожаров общественного электро и автотранспорта. Для автобусов и троллейбусов необходимо предусмотреть установку автоматических систем пожаротушения, постоянно установленные в моторных отсеках, в качестве средства тушения использовать импульсный мелкодисперсный сухой порошок, с построением высокоинтегрированной автоматической системой обнаружения пожара и его тушения по шине данных. Водители также играют важную роль в предотвращении пожаров.

4 Статистика пожаров на общественном электро и автотранспорте

Излишне говорить, что предотвращение пожаров – это непрерывный процесс; и даже при бдительном подходе всегда существует некоторый остаточный риск возникновения пожара. Большинство случаев возникновения пожаров на транспортных средствах рассматриваются это как несчастный случай, но можно полагать, что определение происхождения и причины возникновения пожаров и загораний решает проблему. Такие инциденты также можно рассматривать как один из наиболее важных инструментов исследования статистики пожаров.

По статистике основными причинами возникновения пожаров являются дорожно-транспортные происшествия, а также воспламенение в связи с технической неисправностью вследствие неправильной эксплуатации транспорта (несоблюдение сроков проведения технического обслуживания, превышение допустимой нагрузки и т. д.).

На рисунке 8 изображена статистика по количеству пожаров на транспорте на территории РФ за последние 5 лет.

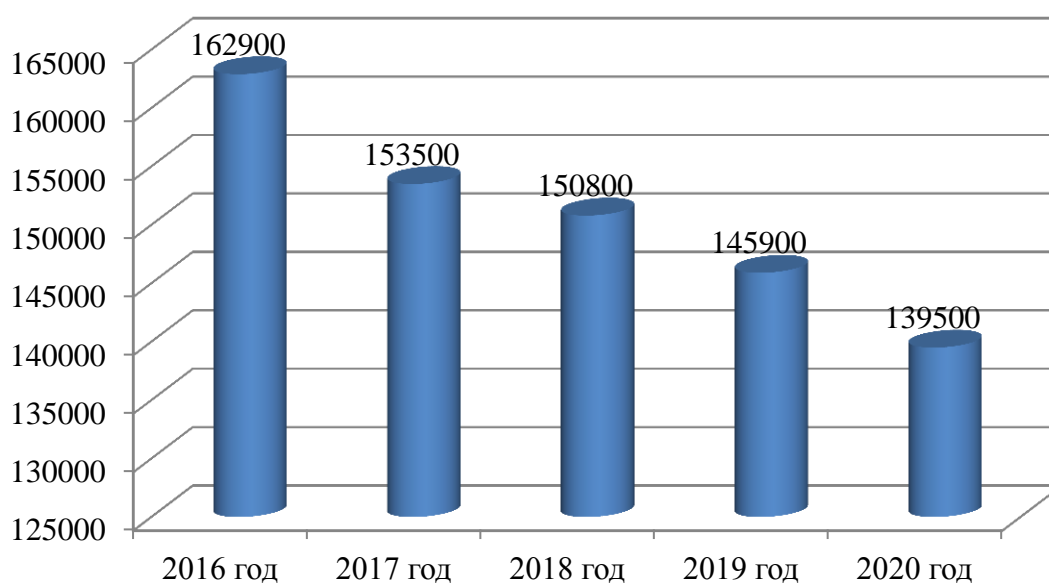


Рисунок 8 – Статистика по количеству пожаров на транспорте на территории РФ за последние 5 лет

На рисунке 9 изображена статистика по количеству пожаров на общественном транспорте на территории РФ за последние 5 лет.

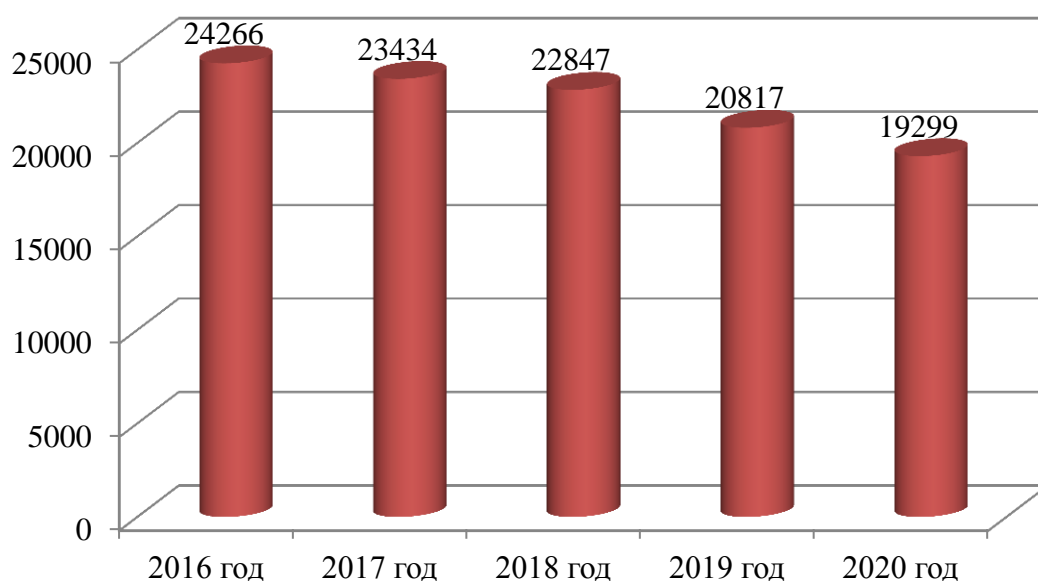


Рисунок 9 – Статистика по количеству пожаров на общественном транспорте на территории РФ за последние 5 лет

На рисунке 10 представлена статистика по количеству пожаров автобусов на территории РФ за последние 3 года.

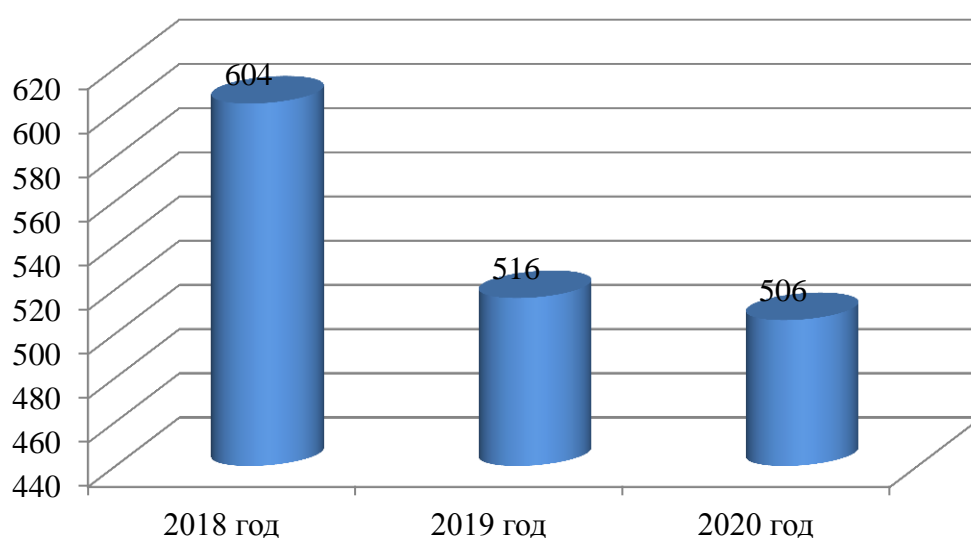


Рисунок 10 – Статистика по количеству пожаров автобусов на территории РФ за последние 3 года

На рисунке 11 представлена статистика по количеству погибших и пострадавших при пожарах автобусов на территории РФ за последние 3 года.

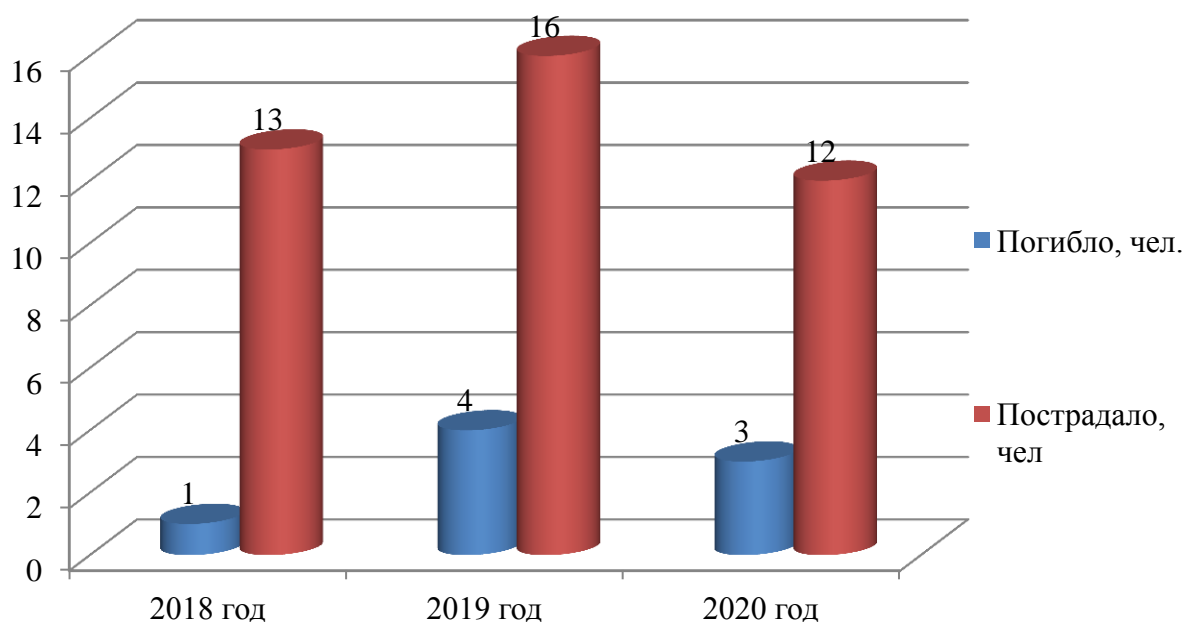


Рисунок 11 – Статистика по количеству погибших и пострадавших при пожарах автобусов на территории РФ за последние 3 года

На рисунке 12 представлена статистика по количеству пожаров троллейбусов на территории РФ за последние 3 года.

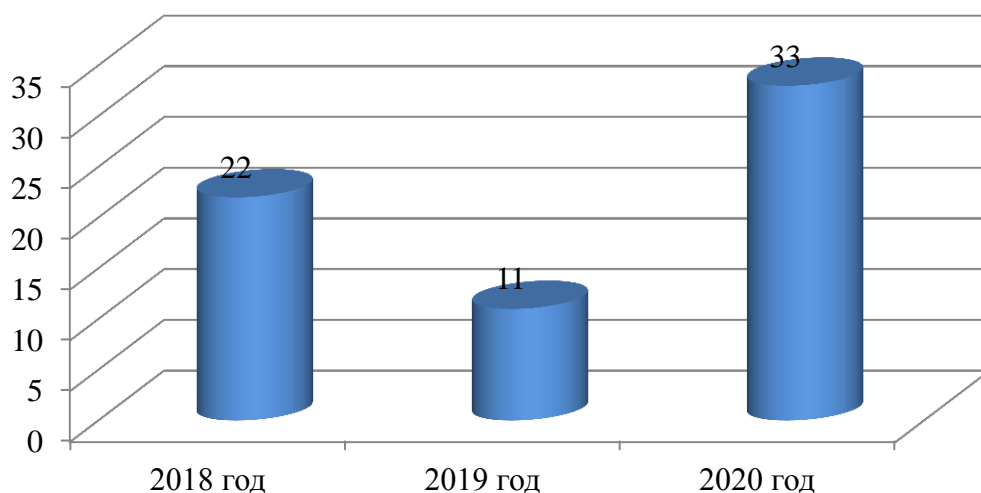


Рисунок 12 – Статистика по количеству пожаров троллейбусов на территории РФ за последние 3 года

На рисунке 13 представлена статистика по количеству погибших и пострадавших при пожарах троллейбусов на территории РФ за последние 3 года.

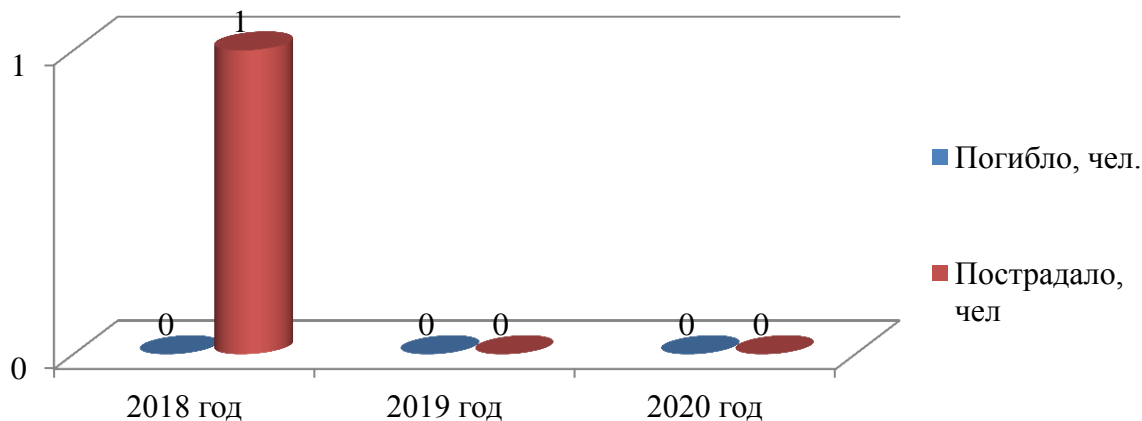


Рисунок 13 – Статистика по количеству погибших и пострадавших при пожарах автобусов на территории РФ за последние 3 года

На рисунке 14 представлена статистика по причинам возникновения пожаров на общественном транспорте за последние 5 лет.

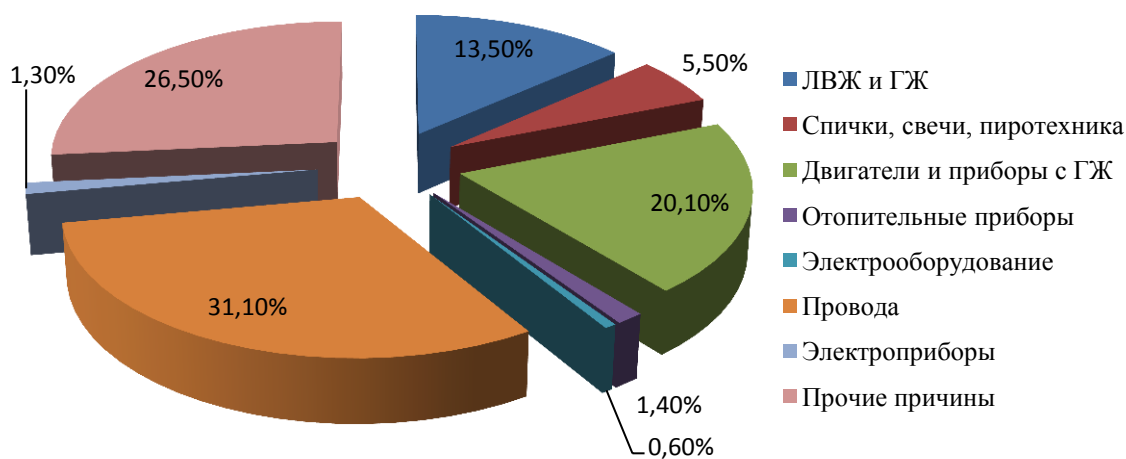


Рисунок 14 – Статистика по причинам возникновения пожаров на общественном транспорте за последние 5 лет

Статистические данные Шведской федерации автобусного и троллейбусного транспорта показывают, что пожарная служба вызывается примерно в 0,85% всех пожаров в шведских автобусах. Это только сообщенное количество пожаров, и, вероятно, можно предположить, что реальное количество пожаров, включая небольшие пожары, потушенные водителем, намного выше.

В Германии ежегодно регистрируется от 350 до 400 пожаров в автобусах, что соответствует 0,4 процента автобусов (PUBA, 2010), а в Финляндии за последние десять лет число пожаров в автобусах почти удвоилось (VTT, 2010). Статистика показывает, что значительное количество пожаров начинается в моторных отсеках или отдельных отопительных отсеках. В Финляндии в течение 2010-2012 годов 103 из 187 пожаров начались в моторных отсеках или отсеках дополнительного отопителя. Эти пожары имели различные причины (Trafi, 2013).

В 2007 году Совет по безопасности общественного транспорта штата Нью-Йорк (PTSB) провел обзор причин ранее расследованных пожаров в автобусах за пятилетний период (2002-2006 годы). Обзор включал 120 расследований пожаров и показал, что 76 процентов пожаров начались в моторном отсеке (PTSB, 2008).

Исследование пожаров в автобусах и междугородных автобусах в Швеции, включая данные о пожарах в автобусах, в которых участвовала пожарная служба (2005, 2008 и 2011 годы), сообщает, что наиболее распространенным источником (местом) возгорания является моторный отсек.

Вывод: как видно из представленной статистики пожаров на общественном транспорте основными причинами возникновения загораний являлись проводка транспортного средства и двигатель, основными объектами загораний на общественном транспорте являются автобусы.

4 Охрана труда

На автотранспортных предприятиях создается система управления охраной труда, во главе которой находится руководитель предприятия.

Организационные и аналитические мероприятия выполняются сотрудниками службы охраны труда.

Схема управления охраной труда на автотранспортных предприятиях изображена на рисунке 15.

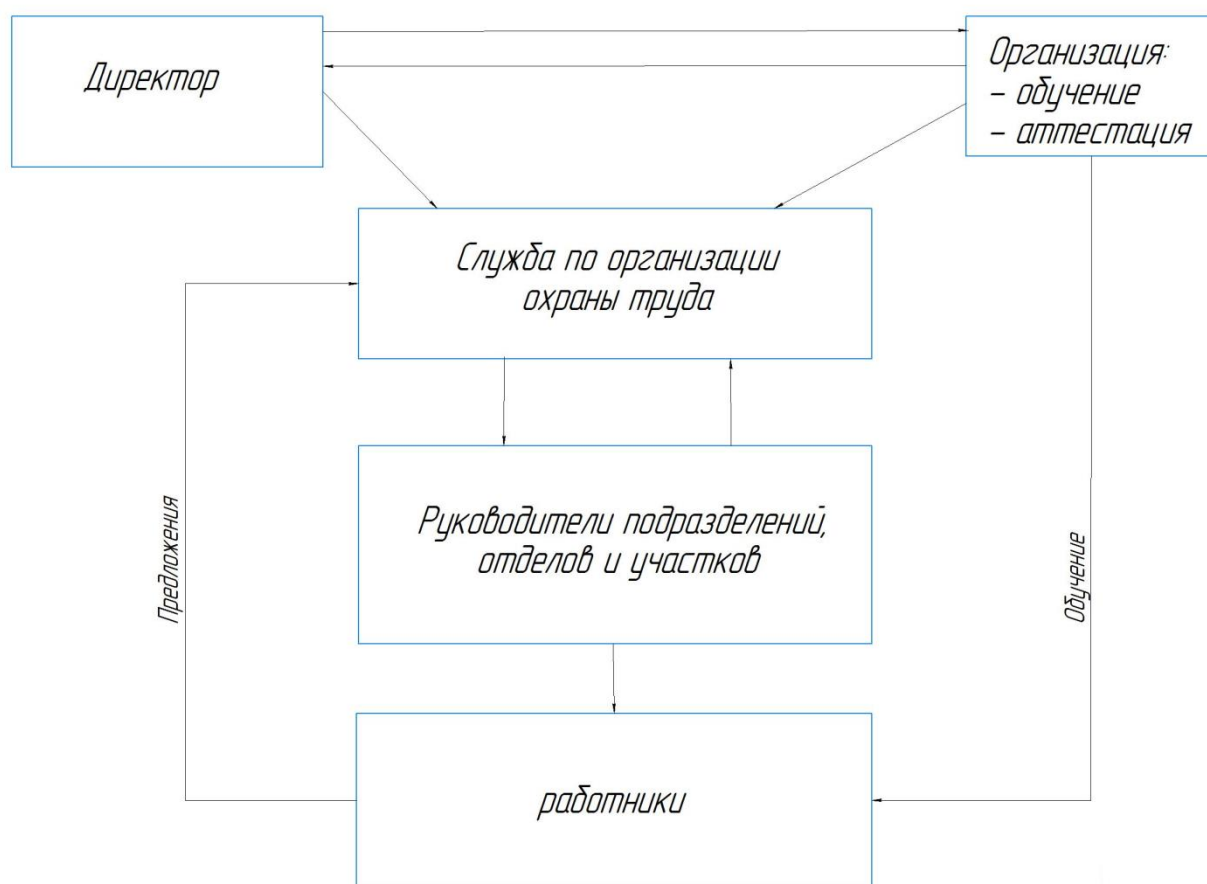


Рисунок 15 – Схема управления охраной труда на автотранспортных предприятиях

Руководство несет ответственность за обеспечение неукоснительного соблюдения правил охраны труда всеми работниками Предприятия.

На предприятии внедрена практика самопроверок (например, защищенность основного оборудования от несанкционированного вмешательства, правильное использование средств индивидуальной защиты, несанкционированное отключение блокировок) на соответствие установленным требованиям.

Автотранспортные предприятия обязаны соблюдать требования действующего законодательства Российской Федерации в области транспортной безопасности и осуществления транспортных перевозок.

На Предприятии функционирует система контроля за состоянием транспортных средств, обеспечивающая их пригодность для безопасной эксплуатации посредством комплектования ремнями безопасности, соответствующими типу транспортного средства и времени года шинами, оснащения средствами спасения, освещения, а также проведения регулярных технических осмотров.

Вновь приступивший к работе руководитель (специалист) должен быть ознакомлен вышестоящим лицом с состоянием условий труда и производственной обстановкой на вверенном им участке работ, наличием и состоянием средств индивидуальной защиты, вредными производственными факторами, критериями и оценкой производственного травматизма, необходимыми мероприятиями по улучшению условий по охране труда, технике безопасности, охране окружающей среды, противопожарной безопасности (ОТ, ТБ, ООС, ПБ), а также с руководящими материалами, нормативными документами по ОТ, ТБ, ООС, ПБ, инструкциями по ОТ рабочих специальностей, анализами и методами безопасной работы на участке.

Все руководители проходят подготовку и аттестацию по вопросам безопасности в объеме, соответствующем должностным обязанностям.

Руководители и специалисты предприятия проходят аттестацию в центральной аттестационной комиссии.

Внеочередную проверку знаний руководителей и специалистов проводят при:

- вводе в действие новых или переработке нормативных правовых актов и нормативно-технических документов;
- внедрении новых (ранее не применяемых) технических устройств (машин и оборудования) и/или технологий на объектах;
- при перерыве в работе более одного года;
- по требованию государственных органов, уполномоченных в области промышленной безопасности, при установлении недостаточных знаний требований безопасности специалистами.

С целью повышения технических знаний работников, ознакомления с правилами пожарной безопасности, обучения работающих способам применения средств пожаротушения необходимо знание пожарно-технического минимума.

На занятиях по пожарно-техническому минимуму изучают следующие темы:

- меры пожарной безопасности на производственном участке и на рабочем месте;
- вызов пожарной охраны;
- пожарная техника, порядок ее использования при пожаре;
- действия при пожаре.

На предприятии применяются следующие виды профессионального обучения:

- подготовка новых рабочих;
- переподготовка;
- обучение рабочих вторым профессиям;
- повышение квалификации рабочих.

Подготовка новых рабочих осуществляется по профессиям, перечень которых утверждается Минобразования России в установленном порядке.

Обучение осуществляется на основе профессионального отбора с учетом склонности и психофизиологических свойств личности.

Производственное (практическое) обучение проводится непосредственно на рабочем месте.

Распоряжением по цеху рабочий закрепляется за инструктором производственного обучения и за ИТР для теоретического обучения по технологии цеха и противоаварийной подготовке.

Экзамен на профессию и допуск к самостоятельной работе после окончания срока теоретического и производственного обучения принимается в цеховой квалификационной комиссии, члены которой аттестованы на право приема экзаменов. Экзамены оформляются протоколом. Рабочим, успешно сдавшим экзамен на профессию и допуск к самостоятельной работе, выдается удостоверение установленного образца, после чего рабочий допускается к самостоятельной работе. Проверка знаний обслуживающего технологического персонала проводится 1 раз в год с проведением инструктажа в объеме обязательного знания инструкций – 2 раза в год.

Вывод: планирование профессионального обучения работников общественного транспорта производится на основании анализа фактического состояния кадрового потенциала с учетом реорганизации производства, внедрения новой техники и технологии, количества рабочих, обслуживающих объекты повышенной опасности.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проанализируем антропогенное воздействие пожара на подвижном составе автотранспортного предприятия.

«Все горючие материалы в условиях пожара выделяют токсичные продукты горения. Показательно, что уже в количестве нескольких граммов горючие материалы в 1 м³ объема создают чрезвычайно опасную среду» [20].

«Следовательно, на пожарах, где сгорают не граммы, а десятки и более килограммов горючего и выделяется около 5-6 м³ продуктов горения на 1 кг горючей нагрузки, практически всегда создается токсичная обстановка» [20].

«Наиболее токсичны продукты горения синтетических полимерных материалов. Большинство пластмасс при горении выделяют ядовитые вещества – такие как: циан водорода, оксид углерода, акролеин, хлористый водород, окислы азота, различные алифатические и ароматические углеводороды и др. Чрезвычайно опасен в санитарно-гигиеническом отношении поролон, повсеместно используемый в изготовлении мебели. Этот продукт при горении выделяет цианосодержащий газ, даже в незначительных количествах являющиеся высокотоксичными и поражающими дыхательную и нервную системы человека» [20].

«Все полимерные материалы, входящие в состав горючей нагрузки, содержат добавки, которые также образуют токсичные продукты горения, например, входящие в состав антипиренов соединения Al, B, Bi, Sn, Zn, Sb, Cd, P, As. Красители, связующие, пластификаторы и т.д. при горении также образуют вредные и токсичные соединения. Так, ДСП и ДВП содержат до 10% масс, связующих, например, полиформальдегида, выделяющего при горении формальдегид. Полностью избежать образования токсичных продуктов горения практически невозможно, если не исключить использование самих материалов» [20].

Суммарное количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при пожаре на подвижном составе автотранспортного предприятия представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Суммарное количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при пожаре на подвижном составе автотранспортного предприятия.

Наименование загрязняющего вещества	Используемый критерий	Значение критерия, мг/м ³	Норматив ПДВ	
			г/сек	т/год
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,0020000	0,0005944	0,000289
Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,0040000	0,0000966	0,000047
Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,0015000	0,0000408	0,00002
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,0050000	0,0001372	0,000064
Углерод оксид	ПДК м/р	0,50000	0,0011271	0,000522

Соответственно, при пожаре в атмосферу поступает загрязняющие вещества 1-4 класса опасности.

Загрязняющие вещества при совместном присутствии обладают эффектом полной и неполной суммации действия.

Вывод: таким образом, результаты анализа ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при пожаре на подвижном составе автотранспортного предприятия, а также оценка риска здоровью человека при выбросе загрязняющих веществ позволяют сделать вывод, что тушение загораний на транспортных средствах на ранних стадиях их возникновения и будет являться методом и способом снижения антропогенной воздействия горения на окружающую среду.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для организации борьбы с пожаром на подвижном составе транспортного предприятия предложено оборудовать отсеки и салон автобусов и троллейбусов автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – План реализации противопожарных мероприятий на подвижном составе транспортного предприятия

Мероприятия	Срок исполнения
Разработать проект переоборудования отсеков и салона троллейбуса автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением	Сентябрь 2021 года
Произвести монтаж системы пожарной сигнализации и управления пожаротушением в отсеках и салоне троллейбуса	Октябрь 2021 года
Произвести пуско-наладочные работы системы пожарной сигнализации и управления пожаротушением в отсеках и салоне троллейбуса	Ноябрь 2021 года

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров на подвижном составе транспортного предприятия будем производить исходя из двух вариантов обеспечения пожарной безопасности:

- на подвижном составе транспортного предприятия отсутствуют системы обнаружения и тушения пожара;
- отсеки и салон подвижного состава транспортного предприятия оборудованы автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением.

Рассчитаем площадь пожара на подвижном составе транспортного предприятия определяется по формуле 1:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (1)$$

«где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св.г}}$ – время свободного горения, мин.» [13]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1 \times 10)^2 2 = 628 \text{ м}^2,$$

То есть площадь пожара будет равна площади троллейбуса

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров на подвижном составе транспортного предприятия производится по формуле 2.

Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров на подвижном составе транспортного предприятия представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров на подвижном составе транспортного предприятия

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь троллейбуса	м ²	33	
Стоимость оборудования троллейбуса	руб./м ²	50000	50000
Стоимость частей троллейбуса	руб./м ²	150000	150000
Вероятность возникновения загорания на троллейбусе	1/м ² в год	4,4 · 10 ⁻⁵	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [13]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [13]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [13]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [13]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [13]	κ	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (2)$$

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

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

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [13]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (3)$$

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

F – площадь объекта, м^2 ;

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

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [13].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (4)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

[13].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 4,4 \times 10^{-5} \times 33 \times 150000 \times 33 \times (1+1,63) \times 0,86 = 16256,46 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 4,4 \times 10^{-5} \times 33 \times (150000 \times 33 + 50000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 1793,14 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 4,4 \times 10^{-5} \times 33 \times 150000 \times 1 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 492,62 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 4,4 \times 10^{-5} \times 33 \times (150000 \times 1 + 50000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 71,72 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров на подвижном составе транспортного предприятия:

- если на подвижном составе транспортного предприятия отсутствуют системы обнаружения и тушения пожара:

$$M(\Pi)_1 = 16256,46 + 1793,14 = 18049,6 \text{ руб./год};$$

- если отсеки и салон подвижного состава транспортного предприятия оборудованы автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением:

$$M(\Pi)_2 = 492,62 + 71,72 = 564,34 \text{ руб./год}.$$

Стоимость оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта переоборудования отсеков и салона троллейбуса автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением	10000
Монтаж системы пожарной сигнализации и управления пожаротушением в отсеках и салоне троллейбуса	50000
Пуско-наладочные работы системы пожарной сигнализации и управления пожаротушением в отсеках и салоне троллейбуса	10000
Итого:	70000

Экономический эффект от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия составит:

$$I = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+HD)^t} - (K_2 - K_1) \quad (5)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

HD – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

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» [13].

Расчёт денежных потоков от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчёт денежных потоков от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия

Год	M(Π)1-M(Π)2	D	[M(Π1)-M(Π2)]D	K ₂ -K ₁	Денежные потоки
1	2	3	4	5	6
1	17485,26	0,91	15911,59	70000	-54088,41
2	17485,26	0,83	14512,77	-	14512,77
3	17485,26	0,75	13113,95	-	13113,95
4	17485,26	0,68	11889,98	-	11889,98
5	17485,26	0,62	10840,86	-	10840,86
6	17485,26	0,56	9791,75	-	9791,75

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
7	17485,26	0,51	8917,48	-	8917,48
8	17485,26	0,47	8218,07	-	8218,07
9	17485,26	0,42	7343,81	-	7343,81
10	17485,26	0,39	6819,25	-	6819,25

Вывод: интегральный экономический эффект от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия за десять лет составит 37359,51 рублей. Оборудование автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия экономически выгодно.

Заключение

Цель работы – разработка технических, технологических средств, обеспечивающих профилактику и тушение пожаров общественного электро и автотранспорта достигнута.

Анализируя существующие исследования пожарной безопасности автобусов и троллейбусов было выяснено, что:

- детальный анализ причин возгораний автобусов и взаимосвязей факторов риска отсутствует;
- автобусы и троллейбусы создают множество уникальных проблем с точки зрения обеспечения пожарной опасности;
- различные конструкции и геометрия подвижного состава общественного транспорта явно представляют риски возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами.

При возникновении загорания в автобусе или троллейбусе ответственность за организацию тушения пожара в начальный период и эвакуацию пассажиров несет водитель троллейбуса.

При возникновении загорания в салоне или отсеках автобуса или троллейбуса водитель производит мероприятия по эвакуации пассажиров из салона путём открытия всех дверей и обесточиванию троллейбуса путём отсоединения его от контактной сети и только после этого приступает к тушению загорания первичными средствами (огнетушителями).

Основываясь на результатах анализа, выводы и рекомендации включают следующее:

- правительству следует предпринять усилия по разработке специальных законов, касающихся пожарной безопасности автобусов и троллейбусов;
- государственные инвестиции в образование по вопросам пожарной безопасности;

- организация лекции и тренингов для водителей автобусов и троллейбусов;
- проведение надлежащих противопожарных учений;
- увеличить оплату труда водителя и снизить интенсивность работы.
- создание и совершенствование систем подготовки кадров и определение методов научной подготовки и «оценки», таким образом, правила могут осуществляться эффективно, и поведение за рулем может улучшиться.

Что касается факторов риска, связанных с транспортным средством (автобусом), то можно было бы принять некоторые меры:

- следует проводить плановое техническое обслуживание и ежедневную проверку, а устаревшие автобусы должны быть выведены из эксплуатации;
- следует использовать более удобные для человека и безопасные конструкции, такие как аварийные кнопки как внутри, так и снаружи автобуса для отключения всех систем, система раннего предупреждения о пожаре в автобусе, система дистанционного управления разрывом бронированного оконного стекла, автоматическая сигнализация, устройство для открывания дверей и пожаротушения.

Для организации борьбы с пожаром на подвижном составе транспортного предприятия предложено оборудовать отсеки и салон троллейбуса автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением.

Предлагаемая автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах обеспечит автоматическое тушение пожаров общественного электро и автотранспорта.

Таким образом, предлагаемая полезная модель направлена на решение поставленной задачи.

Интегральный экономический эффект от оборудования автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия «Тольяттинское троллейбусное управление» за десять лет составит 37359,51 рублей.

Оборудование автоматической системой пожарной сигнализации и управления пожаротушением отсеков и салона подвижного состава транспортного предприятия «Тольяттинское троллейбусное управление» экономически выгодно.

На предприятиях общественного транспорта функционирует система контроля за состоянием транспортных средств, обеспечивающая их пригодность для безопасной эксплуатации посредством комплектования ремнями безопасности, соответствующими типу транспортного средства и времени года шинами, оснащения средствами спасения, освещения, а также проведения регулярных технических осмотров.

В работе анализировалось антропогенное воздействие пожара на подвижном составе (троллейбусе) автотранспортного предприятия.

При пожаре на подвижном составе (троллейбусе) автотранспортного предприятия в атмосферу поступает загрязняющие вещества 1-4 класса опасности. Загрязняющие вещества при совместном присутствии обладают эффектом полной и неполной суммации действия.

Таким образом, результаты анализа ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при пожаре на подвижном составе автотранспортного предприятия, а также оценка риска здоровью человека при выбросе загрязняющих веществ позволяют сделать вывод, что тушение загораний на транспортных средствах на ранних стадиях их возникновения и будет являться методом и способом снижения антропогенной воздействия горения на окружающую среду.

Список используемых источников

1. Аршинова Светлана Михайловна, Аршинов Сергей Аркадьевич Обеспечение пожарной безопасности при пассажироперевозках на городском электрическом транспорте // Вестник ИрГТУ. 2013. №7 (78). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-pri-passazhiroperevozkah-na-gorodskom-elektricheskom-transporte> (дата обращения: 22.04.2021).
2. Артемьев В.П., Боровой Ю.П. Обеспечение пожарной безопасности автотранспортных средств для перевозки людей // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2013. №2 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-avtotransportnyh-sredstv-dlya-perevozki-lyudey> (дата обращения: 30.05.2021).
3. Архипов М.И., Косенко Д.В., Галишев М.А., Моторыгин Ю.Д. Методика расчета пожарных рисков на транспорте // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-pozharnyh-riskov-na-transporte> (дата обращения: 30.05.2021).
4. Ботян С.С. Пожарная безопасность в общественном автобусном транспорте // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-bezopasnost-v-obschestvennom-avtobusnom-transporte> (дата обращения: 30.05.2021).
5. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. О статистике пожаров и о пожарных рисках // Пожаровзрывобезопасность. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-statistike-pozharov-i-o-pozharnyh-riskah> (дата обращения: 30.05.2021).
6. Власова Я.А., Моторыгин Ю.Д. Оценка методов определения вероятности возникновения пожара от аварийного режима в электросети

автомобиля // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2016. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-metodov-opredeleniya-veroyatnosti-vozniknoveniya-pozhara-ot-avariynogo-rezhima-v-elektroseti-avtomobilya> (дата обращения: 30.05.2021).

7. Галишев М.А., Архипов М.И., Тарасов С.В. Расчет пожарных рисков на транспорте с использованием логистической функции // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. №1 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-pozharnyh-riskov-na-transporte-s-ispolzovaniem-logisticheskoy-funktsii> (дата обращения: 30.05.2021).

8. Иваницкий Александр Григорьевич, Ботян Сергей Сергеевич Оценка эвакуации людей при пожаре в общественном автобусном транспорте II-III класса с использованием экспериментальных данных движения людей и результатов моделирования пожара // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2015. №1 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-evakuatsii-lyudey-pri-pozhare-v-obschestvennom-avtobusnom-transporte-ii-iii-klassa-s-ispolzovaniem-eksperimentalnyh-dannyh> (дата обращения: 30.05.2021).

9. Маклецов А. К. Современные системы порошкового пожаротушения // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2013. №1 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sistemy-poroshkovogo-pozharotusheniya-2> (дата обращения: 22.04.2021).

10. Моторыгин Ю.Д., Баранова Я.А., Латышев А.О. Расчет пожарных рисков на транспорте стохастическим методом // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. №1 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-pozharnyh-riskov-na-transporte-stohasticheskim-metodom> (дата обращения: 30.05.2021).

11. Патент RU74077U1 Российская Федерация. Автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в

подвижных транспортных средствах / Баев Сергей Николаевич (RU) : заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ГК «ЭПОТОС» (ООО «ГК «ЭПОТОС»)) (RU) ; заявл. 31.01.2008 ; опубл. 20.06.2008. [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU74077U1_20080620 (дата обращения: 17.04.2021).

12. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.009-83. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения: 18.04.2021).

13. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 18.04.2021).

14. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] : ПУЭ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218> (дата обращения: 02.04.2021).

15. Причины пожаров на транспорте [Электронный ресурс]. URL: <https://admsr.ru/smi/news/884/77962/> (дата обращения: 04.04.2021).

16. Рекомендации по противопожарной защите пассажирских троллейбусов различных марок и производителей [Электронный ресурс]. URL: <https://epotos.ru/obekty-zaschity/avtomobilnyy/trolleybus/> (дата обращения: 05.04.2021).

17. Сибирко Виталий Иванович, Путин Владимир Семенович, Зиновьев Сергей Владимирович Результаты анализа риска гибели людей при пожарах на автотранспортных средствах // Технологии гражданской безопасности. 2019. №3 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-analiza-riska-gibeli-lyudey-pri-pozharah-na-avtotransportnyh-sredstvah> (дата обращения: 30.05.2021).

18. Терещев В. В., Подгрушный А. В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара [Электронный ресурс]. URL:

<http://punkt12.ru/docs/biblioteka/terebnev.taktika-2012.pdf> (дата обращения: 18.04.2021).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.02.2021).

20. Чепрасов С.А. Вредные вещества, поступающие в атмосферу при пожарах // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. №1 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrednye-veschestva-postupayuschie-v-atmosferu-pri-pozharah> (дата обращения: 22.04.2021).

21. Classification of fire and hazard types as per NFPA [electronic resource]. URL: <https://www.enggcyclopedia.com/2011/11/classification-fires-hazards-nfpa/> (date of application: 11.04.2021).

22. Modern Vehicle Hazards in Parking Structures and Vehicle Carriers [electronic resource]. URL: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/RFModernVehicleHazards-in-ParkingGarages.pdf> (date of application: 12.04.2021).

23. Fire Hazards [electronic resource]. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fire-hazards> (date of application: 13.04.2021).

24. Fire and Explosion Hazards [electronic resource]. URL: <https://open.alberta.ca/dataset/757fed78-8793-40bb-a920-6f000853172b/resource/c8f462b7-e8c3-4c4a-a5b3-c055648c61ee/download/4403880-part-10-fire-and-explosion-hazards.pdf> (date of application: 14.04.2021).

25. Fire Safety of the Traveling Public and Firefighters for Tomorrow's Vehicles [electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/290596677_Fire_Safety_of_the_Travelin

g_Public_and_Firefighters_for_Tomorrow's_Vehicles (date of application:
15.04.2021).