

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы	
<b>Обеспечение пожарной безопасности на участке Свердловской железной дороги</b> УДК 614.841.48:656.2(470.54)	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А. Н.	к.х.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И. В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И. И.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А. Н.	к.х.н.		

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф. стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 20.03.01 Техносферная безопасность  
 \_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
 04.02.2019 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Е51	Слободенюк Екатерине Вячеславовне

Тема работы:

Обеспечение пожарной безопасности на участке Свердловской железной дороги

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 10430/с от 28.11.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2019 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – участок Свердловской железной дороги
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	– Провести анализ литературных данных о ЧС на железной дороге; – Вывить основные факторы реализации ЧС и предложить вероятностную схему развития ЧС для рассматриваемого объекта; – Оценить вероятность реализации различных факторов, приводящих к ЧС на железнодорожном транспорте; – Разработать рекомендации по снижению

	вероятности реализации ЧС.
<b>Перечень графического материала</b>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Доцент к.э.н. Подопригора Игнат Валерьевич
<b>Социальная ответственность</b>	Старший преподаватель, к.т.н. Романцов Игорь Иванович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина Анна Николаевна	к.х.н.		04.02.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна		04.02.2019 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.02.2019 г.	Анализ литературных источников о состоянии безопасности железнодорожных перевозок в России и мире	20
25.02.2019 г.	Объект исследования	10
15.03.2019 г.	Нормативное регулирование в области пожарной безопасности в ОАО «РЖД»	15
29.03.2019 г.	Причины возникновения аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте	15
19.04.2019 г.	Выбор и обоснование метода оценки риска, его преимущества	10
21.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
04.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2019

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 25000 руб. Оклад студента – 2300 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент руководителя 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - расчет материальных затрат; - расчет заработной платы (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценочная карта конкурентных технических решений;
2. Календарный план-график проведения ВКР по теме;
3. Расчет бюджета затрат НИ;
4. Сравнительная эффективность разработки.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН	Подопригора И. В.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Участок Свердловской железной дороги
---	--------------------------------------

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– рассмотреть специфику трудовой деятельности спасателей;</li> <li>– рассмотреть страхование спасателей от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве;</li> <li>– перечислить обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда;</li> <li>– выделить основные права спасателей по безопасности работ.</li> </ul>
2. Производственная безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечислить вредные и опасные факторы, действующие на спасателей железнодорожного состава;</li> <li>– предложить способы защиты от данных факторов.</li> </ul>
3. Экологическая безопасность:	– провести анализ воздействия объекта на окружающую среду.

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Слободенюк Екатерина Вячеславовна		

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа 94 страницы, 10 рисунков, 22 таблицы, 30 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, ЧС, анализ рисков возникновения ЧС, метод экспертных оценок

Объектом исследования является (ются) ОАО «РЖД»

Цель работы – выявление основных факторов, приводящих к реализации ЧС на участке железной дороги, и оценка вероятности их возникновения.

В процессе исследования проводились сбор и анализ статистических данных по пожарам на электровозах, построение дерева событий, а так же предложение мероприятий по снижению возникновению пожаров на локомотивах.

В результате исследования были выявлены основные причины возникновения возгораний на электровозах. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на электровозах.

Область применения: оценка рисков ЧС на участке жд.

В будущем планируется проведение сравнительной оценки результатов полученных экспертным методом и с использованием других методов оценки рисков.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	11
1 АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ О СОСТОЯНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ И МИРЕ.....	12
2 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
2.1 ОАО «РЖД» .....	14
2.2 СВЕРДЛОВСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА .....	17
3 НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОАО «РЖД».....	21
3.1 СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ .....	24
4 ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	34
4.1 ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЛОКОМОТИВОВ .....	35
5 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКА, ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА.....	37
5.1 МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ .....	38
5.2 СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ .....	39
5.3 ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ И СОБЫТИЙ, ПРИВОДЯЩИХ К ЧС .....	42
5.4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА .....	49
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	51
6.1 ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ .....	51
6.2 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ .....	53
6.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	63
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	67
7.1 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	67
7.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	73
7.3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	88

ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	93

## **ВВЕДЕНИЕ**

Железнодорожный комплекс имеет особое стратегическое значение для России. Он является связующим звеном единой экономической системы, обеспечивает стабильную деятельность промышленных предприятий, своевременный подвоз жизненно важных грузов в самые отдаленные уголки страны, а также является самым доступным транспортом для миллионов граждан.

Объектом исследования является участок Свердловской железной дороги.

Цель работы – выявление основных факторов, приводящих к реализации ЧС на участке жд, и оценка вероятности их возникновения.

Задачи работы:

- провести анализ литературных данных о ЧС на жд;
- выявить основные факторы реализации ЧС и предложить вероятностную схему развития ЧС для рассматриваемого объекта;
- оценить вероятность реализации различных факторов, приводящих к ЧС на железнодорожном транспорте;
- разработать рекомендации по снижению вероятности реализации ЧС.

## **1 АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ О СОСТОЯНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ И МИРЕ**

По длине железнодорожных сообщений России принадлежит второе место в мире после США. А по протяженности электрифицированных дорог - у нее абсолютное первенство. На долю Российской Федерации приходится более 20 % всего железнодорожного грузооборота в мире.

Перевозки по железным дорогам очень востребованы, особенно в тех регионах, где слабо развивается автомобильный и водный транспорт.

Департамент безопасности движения (ЦРБ) провёл сравнительный анализ данных за год по нарушениям безопасности движения в ОАО «РЖД», США, Международном союзе железных дорог (МСЖД).

Общее число происшествий на железных дорогах России составило 2,6 тыс. случаев, в США – 6,1 тыс., в МСЖД – 7,4 тыс.

В 2017 году в РЖД произошло два столкновения поездов, в США – 74, в МСЖД – 24. Можно разделить количество столкновений на пробег и получить: 1,2 на 1 млн поездо-км для РЖД, 43,5 на 1 млн поездо-км для США, 5,8 – для МСЖД.

Сходов подвижного состава в РЖД было 25, в США – 406, в МСЖД – 100. При делении тем же методом получаем: в РЖД 15,6 случая на 1 млн поездо-км, в США – 238,8, в МСЖД – 24,3. Столь высокие показатели сходов в США связаны в большинстве случаев с состоянием инфраструктуры и ошибками персонала.

Доля внешних причин в общем количестве происшествий в ОАО «РЖД» – 48,9% (факторы окружающей среды, к которым относятся погодные условия и природные явления, – 0,3%), в США – 13,4% (факторы

окружающей среды – 2,5%), в МСЖД – 81,5% (факторы окружающей среды – 2,8%).

Доля внутренних причин – технические неисправности и ошибки персонала – составляет в РЖД 51,1%, в США – 86,1%, в МСЖД – 17,3%. Наибольшая доля происшествий из-за проблем с подвижным составом у РЖД – 34,7%. В США по этой причине произошло 12,7% случаев, в МСЖД – 2,7%. В США и МСЖД существуют происшествия, причины которых установить не удалось, – 0,5% и 1,2% от общего числа соответственно. В ОАО «РЖД» таких случаев нет.

Проблемы с содержанием инфраструктуры в РЖД занимают 7,3%, в США – 27,3%, в МСЖД – 3,1%. Ошибки персонала в РЖД стали причиной 9,1% происшествий, в США – 45,4%, в МСЖД – 8,1%.

Поведение пользователей дорог, к числу которых относят людей, нарушивших правила поведения и получивших травмы во время нахождения на посадочных платформах и вокзалах, стало причиной 0,7% происшествий в США, 3,4% – в МСЖД. На российских железных дорогах по этой причине ничего не произошло.

В ОАО «РЖД» высоко число попаданий граждан под движущийся поезд – до пяти человек в сутки в 2017 году, что почти вдвое больше, чем у зарубежных коллег.

Безопасность и надежность являются основополагающими требованиями к эксплуатации железнодорожных систем и общественного транспорта – в секторе как пассажирских, так и грузовых перевозок. Компании, работающие в секторе общественного транспорта, вынуждены решать множество вопросов для безопасной перевозки пассажиров и товаров из пункта А в пункт Б, а также для постоянного обеспечения безопасности всех сотрудников и активов.

## 2 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе в качестве объекта исследования были рассмотрены железнодорожная компания ОАО «РЖД» и один из филиалов – Свердловская железная дорога.

### 2.1 ОАО «РЖД»

Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») – крупнейшая российская государственная транспортная компания, обладающая огромными объемами пассажирских и грузовых перевозок.

ОАО «РЖД» было учреждено в соответствии с постановлением Правительства РФ №585 «О создании открытого акционерного общества «Российские железные дороги» от 18 сентября 2003 года.

С 1 октября 2003 года ОАО «РЖД» начало официально осуществлять свою деятельность и по состоянию на 2018 год предоставляет транспортные услуги в 80 из 85 субъектов Российской Федерации.

Железнодорожный транспорт имеет некоторые достоинства, определяющие его превосходство над другими видами транспорта.

К ним относятся: низкая стоимость перевозок, способность перевозить различные грузы, высокая пропускная способность, способность осуществлять перевозки вне зависимости от времени года, высокая скорость движения.

В составе подвижного состава РЖД имеются грузовые и пассажирские локомотивы и вагоны (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Парк подвижного состава

Классификация локомотивов и вагонов	Кол-во, тыс.
Грузовые локомотивы (тепловозы и электровозы)	12
Грузовые вагоны (крытые, полувагоны, цистерны,	196

автомобилевозы, хопперы, рефрижераторы, термосы)	
Маневровые локомотивы (тепловозы)	6
Пассажирские локомотивы (электровозы и тепловозы)	3
Пассажирские вагоны дальнего следования	21
Пассажирские вагоны пригородных поездов	14

Главной целью деятельности компании является обеспечение потребностей государства и населения страны в железнодорожных услугах, а также извлечение прибыли.

Основными видами деятельности являются: грузовые перевозки; пассажирские перевозки; ремонт подвижного состава [1].

### **Пассажирские перевозки**

По расписанию на 2018 год ОАО «РЖД» имеет в своем графике около 35 тыс. пассажирских вагонов дальнего и пригородного следования.

Однако с 2010 года РЖД перевозку пассажиров и грузов дальнего следования не осуществляет, этим занимается дочерняя компания Федеральная пассажирская компания (ФПК) (табл. 2) [2].

Таблица 2 – Количество перевезенных пассажиров за январь-сентябрь 2017 и 2018 гг., млн чел.

	<b>январь-сентябрь 2018 г.</b>	<b>январь-сентябрь 2018 г.</b>
<b>Всего (млн чел.)</b>	<b>854,01</b>	<b>835</b>
Дальнее следование (млн чел.)	85,35	78,9
Пригородное сообщение (млн чел.)	768,66	756,1

### **Грузовые перевозки**

Железнодорожным транспортом РЖД в России перевозится около 50 % грузов, поскольку перемещение объемных грузов на большие расстояния другими видами транспорта невозможно. Компания является перевозчиком предприятий чёрной металлургии, ТЭК, машиностроительных заводов, производителей разных видов готовой продукции и оборудования.

В январе 2018 года компания РЖД предложила новую услугу – перевозка твёрдых коммунальных отходов (ТКО). Мусор планируется доставлять из мегаполисов (Москвы и Санкт-Петербурга) на удалённые полигоны в специальных герметичных контейнерах для их захоронения.

### **Скоростное и ускоренное движение**

Благодаря развитию скоростных и высокоскоростных железнодорожных перевозок обеспечится усовершенствование транспортных связей, создадутся более заманчивые условия для пассажиров, повысится безопасность и комфортность пассажирских перевозок, сократится время в пути, что позволит завлечь на железнодорожный транспорт дополнительный пассажиропоток с автомобильного и авиационного транспорта, сократится негативное воздействие транспорта на экологию.

В 2005 – 2010 годах ОАО «РЖД» разработала «Программу развития скоростного и высокоскоростного движения на сети железных дорог ОАО «РЖД» на перспективу до 2020 года» [3], на основании которой был установлен полигон организации скоростного движения, общей протяженностью более 7 тыс. км, по которому курсируют электропоезда «Сапсан» (с декабря 2009 года) и «Аллегро» (с декабря 2010 года).

С 2013 года запущено строительство высокоскоростных магистралей (для движения поездов со скоростью свыше 250 км/ч), строительство которых планируется завершить до 2024 г.

### **Развитие ОАО «РЖД»**

В ноябре 2018 года РЖД представили новые вагоны, которые обеспечат пассажирам повышенный комфорт во время путешествий на различные расстояния.

Основной целью создания обновленного дизайна является ограничение личного пространства пассажиров с помощью специальных



перегородок с встроенными лестницами, а также наличие индивидуальных плотных шторок, которые можно будет закрыть в любое время.

Обновленные вагоны оборудуют электрическими розетками, USB-разъемами, индивидуальным освещением. В коридоре вагона установлен фильтр для очистки вода с охлаждением и подогревом, а также автоматы с едой и напитками.

Вместо одного из туалетов появится гигиенический душ, а в туалетной комнате – автоматический кран, пеленальный столик для малышей, дозатор мыла, бумажные полотенца и встроенный фен для рук.

Однако у новой концепции есть небольшие недостатки, заключающиеся в том, что ящики для багажа под нижними полками не закрываются, третья полка уменьшена, а, значит, наверх влезет меньше багажа. Верхние полки не оборудованы удерживающими перекладинами. Проход, который являлся и без того узким, уменьшили почти на 5 см.

Несмотря на минусы, которые являются лишь вопросом времени, железнодорожный транспорт является самым универсальным транспортом, пользующийся огромным спросом среди населения, обладающий относительно низкой стоимостью проезда, безопасностью и надежностью.

## **2.2 СВЕРДЛОВСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА**

### **Краткая характеристика железной дороги**

Свердловская железная дорога (СвЖД) – один из 16 филиалов-дорог ОАО «Российские железные дороги», пролегающей по территории Урала и Западной Сибири. Дорога бесперебойно обеспечивает пропуск поездов из центральных и северо-западных районов европейской части России в Сибирь, в Казахстан, на Дальний Восток. Управление дороги располагается в Екатеринбурге [4].

Магистраль объединяет европейскую и азиатскую части России, с запада на восток тянется на полторы тысячи километров и в северном направлении пересекает Полярный круг.

Эксплуатационная длина – 7,2 тыс. км, развернутая длина главных путей – 9,7 тыс. км. Ежедневно по СвЖД курсирует около 1250 грузовых, 100 пассажирских, 330 пригородных поездов [4].

### **Инфраструктура Свердловской железной дороги**

Для обеспечения экономического роста территорий СвЖД осуществляет масштабные инфраструктурные проекты, а именно:

Развитие железнодорожной инфраструктуры на направлении Тобольск – Сургут – Коротчаево (реализация позволила обеспечить потребности нефте- и газохимических предприятий Тюменского севера (где добывается более 70% всей российской нефти и свыше 90% газа) в перевозках сырья, полуфабрикатов и готовой продукции с учетом прогнозируемого роста грузопотоков).

Развитие направления Пермь – Соликамск (реализация позволила увеличить пропускную способность участка и повысить скорость доставки грузов предприятий Березниковско-Соликамского узла (химические и минеральные удобрения)).

Строительство третьего главного пути на участке Транссиба («Третий путь» реализуется на СвЖД с 2014 года и направлен на снятие инфраструктурных ограничений и повышение пропускной способности магистрали на главном ходу Транссиба).

Организация курсирования на СвЖД скоростных электропоездов «Ласточка» (В результате скорости движения поездов были повышены на

ряде участков до 140 км/час, что позволило сократить время нахождения в пути).

Организация эксплуатации на СвЖД инновационных локомотивов на сжиженном природном газе (газотурбовозов) (Данная технология позволяет снизить затраты на приобретение дорогостоящего дизельного топлива и, как следствие, добиться снижения себестоимости грузоперевозок).

Реконструкция вокзалов – объектов культурного наследия (СвЖД уделяет особое внимание сохранению архитектурно-исторического наследия).

В 2017 году капиталовложения ОАО «РЖД» в усовершенствование магистрали составили около 30 млрд рублей. Большую часть этих ресурсов СвЖД вкладывает в обновление существующего железнодорожного полотна, ремонт которого позволит повысить скорость движения поездов. В 2017 году обновлено 473 км пути, из которых 192 км является бесстыковым путем, имеющим высокий срок эксплуатации и позволяющий увеличить комфорт пассажиров за счет, практически, бесшумного передвижения поезда по такому полотну. Протяженность бесстыкового пути на магистрали составляет почти 6 тыс. км, что составляет 61% от главных путей СвЖД.

## **Грузовые перевозки**

Свердловская – одна из немногих дорог сети, которая имеет устойчивый рост объемов перевозок. СвЖД обеспечивает 11% погрузки всех железных дорог России и занимает по этому показателю 2 место. Чтобы сохранить динамику и привлечь дополнительные грузы, магистраль повышает внутреннюю эффективность, увеличивает скорость и надежность доставки, расширяет спектр предложений для клиентов [5].

По итогам 2017 года погрузка на СвЖД составила 139,9 млн тонн, что выше показателя предыдущего года на 1,3% (или +1,7 млн тонн).

Грузооборот увеличился до 205,74 млрд тарифных тонно-км (+1,7%). Ежедневно на СвЖД загружается до 400 тыс. тонн, в том числе таких жизненно важных грузов, как нефтепродукты, металлы, руда, удобрения, строительные грузы. Показатель надежности доставки грузов и порожних вагонов в 2017 году составил 99,7%.

В 2017 году по согласованному с клиентом расписанию проследовало более 7,8 тыс. поездов (+36,3% к 2016 году). С использованием данной технологии перевезено 12,4 млн тонн грузов, что составляет 9% от общей погрузки СвЖД. По специально разработанному графику на постоянной основе грузы перевозятся по 30 направлениям. Активно развивается перевозка грузов в контейнерных поездах с фиксированным временем отправления и прибытия. В 2017 году на СвЖД было сформировано 593 контейнерных поезда, в том числе 190 ускоренных [5].

### **Пассажирам и регионам**

В 2017 году с вокзалов и станций Свердловской железной дороги отправлено 30 млн пассажиров. В пригородном скоростном сообщении (на маршрутах, где курсируют электропоезда «Ласточка») пассажиропоток вырос в 2,5 раза [6].

Поступление на дорогу дополнительной «Ласточки», позволило СвЖД с 2018 года продлить существующие маршруты: Екатеринбург – Нижний Тагил до Кушвы, Екатеринбург – Кузино до Шали.

Кроме того, для реализации Энергетической стратегии ОАО «РЖД» планируется применять в качестве дешевого и экологически чистого топлива сжиженный природный газ, что позволит снизить затраты на дорогостоящее топливо и уменьшить выброс вредных веществ в атмосферу. Для этого Свердловскую ЖД выбрали в качестве полигона для испытания газотурбовозов, работающих на СПГ.

### **3 НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОАО «РЖД»**

В Федеральном законе № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности» (далее – ФЗ-69) дается следующее определение понятию пожарная безопасность. Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [7]. ФЗ-69 – нормативный правовой акт, который определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами (далее – организации), должностными лицами, гражданами (физическими лицами), в том числе индивидуальными предпринимателями (далее – граждане) [7].

Пожарная безопасность на железнодорожном транспорте, где необходимо обеспечить защищенность личности и имущества включает в себя следующие объекты:

#### **а) Железнодорожный подвижной состав:**

- тяговой подвижной состав (электровозы, тепловозы, газотурбовозы) и локомотивные бригады;
- мотор-вагонный подвижной состав (электropоезда, автомотрисы, дизельпоезда), локомотивные и поездные бригады, пассажиры;
- пассажирские вагоны, поездные бригады, пассажиры;
- специальные вагоны (вагоны лаборатории, вагоны дефектоскопы и т.д.), работники железнодорожного транспорта;
- специальные машины, работники железнодорожного транспорта;
- грузовые вагоны.

б) Объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта:

- стационарные объекты с постоянным и временным пребыванием работников железнодорожного транспорта;
- стационарные объекты без пребывания работников железнодорожного транспорта;
- стационарные объекты пассажирского комплекса.

в) Полоса отвода железных дорог.

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2003 №17-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» Железнодорожный транспорт в Российской Федерации является составной частью единой транспортной системы Российской Федерации. Железнодорожный транспорт в Российской Федерации во взаимодействии с организациями других видов транспорта призван своевременно и качественно обеспечивать потребности физических лиц, юридических лиц и государства в перевозках железнодорожным транспортом, способствовать созданию условий для развития экономики и обеспечения единства экономического пространства на территории Российской Федерации [8].

Состояние ПБ на железнодорожном транспорте напрямую влияет на безопасность перевозочного процесса.

Многопрофильность объектов железнодорожного транспорта заставляет крупные транспортные компании создавать целые системы управления пожарной безопасностью.

Контроль над обеспечением пожарной безопасности на железнодорожном транспорте осуществляют Ространснадзор (надзор за железнодорожным подвижным составом), Федеральный Госпожнадзор (надзор за стационарными объектами), Росприроднадзор (полоса отвода железных дорог, проходящих через лесные массивы). Помимо этого,

пожарно-профилактическую работу на транспорте проводит Ведомственная пожарная охрана ФГП «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта России».

«Ведомственная пожарная охрана железнодорожного транспорта» – это орган управления и подразделения, созданный Федеральным агентством железнодорожного транспорта в целях обеспечения пожарной безопасности. На сегодняшний день тушение пожаров на объектах и подвижном составе железнодорожного транспорта осуществляют пожарные подразделения МЧС России и пожарные поезда деятельность которых обеспечивают работники Ведомственной пожарной охраны.

Выполнение требований надзорных органов, анализ состояния пожарной безопасности, разработка и выполнение профилактических мер – это то, что позволит поддерживать противопожарное состояние объектов инфраструктуры и железнодорожного подвижного состава на должном уровне.

Документом, регламентирующим основные требования пожарной безопасности на объектах защиты, является Федеральный закон Российской Федерации «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», принятый Государственной Думой 4 июля 2008 г. и одобренный Советом Федерации 11 июля 2008 г [9].

Федеральный закон был принят в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования к объектам защиты (продукция), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарнотехнической продукции и продукции общего назначения [9].

Для целей настоящего Федерального закона используются основные понятия, установленные статьёй 2 Федерального закона «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ, статьёй 1 Федерального закона «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ [9].

Положения Федерального закона об обеспечении пожарной безопасности объектов защиты обязательны для исполнения при:

а) проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты;

б) разработке, принятии, применении и исполнении федеральных законов о технических регламентах, содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности;

в) разработке технической документации на объекты защиты [9].

### **3.1 Система обеспечения пожарной безопасности на железнодорожном транспорте**

Председателем Центральной пожарно-технической комиссии ОАО «РЖД» осуществляется руководство за организацией работы по обеспечению пожарной безопасности.

Департамент охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля организует деятельность по вопросам пожарной безопасности в ОАО «РЖД».

Подразделения ФГП «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта Российской Федерации» России занимаются профилактикой, а также тушением пожаров на составах ОАО «РЖД» в зоне движения поездов.



Руководителями структурных подразделений, филиалов, управлений, дирекций обеспечивается пожарная безопасность.

Пожарнотехнические комиссии регулируют процессы обеспечения пожарной безопасности. В настоящее время функционируют 3 уровня деятельности пожарно-технических комиссий. Центральной пожарно-технической комиссией ОАО «РЖД» на уровне центрального аппарата осуществляется регулирование пожарной безопасности.

В соответствии с договорными обязательствами работниками ведомственной пожарной охраны совместно с причастными службами железнодорожного транспорта проводятся плановые и внеплановые проверки противопожарного состояния всех профилактируемых объектов и подвижного состава ОАО «РЖД».

В течение года на объектах ОАО «РЖД» проводится более 66,7 тыс. плановых и более 75,5 тыс. внеплановых проверок. В период указанных проверок выявляется более 242 тыс. нарушений, из которых устраняется более 50%.

Важное внимание уделяется качеству проверок противопожарного состояния подвижного состава железнодорожного транспорта, в ходе которых ежегодно проводятся проверки более 78,5 тыс. единиц железнодорожного подвижного состава ОАО «РЖД». При проведении этой работы особое значение имеют:

- проверка противопожарного состояния тягового подвижного состава в период весеннего и осеннего комиссионного осмотра;
- проверка противопожарного состояния пассажирских вагонов в период летних перевозок детей в оздоровительные лагеря и санатории, а также их проезд к местам проведения новогодних праздников;

- проверка обеспечения мер пожарной безопасности в полосе отвода железных дорог;
- проверка противопожарного состояния железнодорожных вокзалов и постов ЭЦ, ДЦ, ГАЦ.

В соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности. Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара и систему противопожарной защиты [10].

Системы предотвращения пожаров необходимы для того, чтобы исключить условия возникновения пожаров, что может быть достигнуто в результате исключения условий образования горючей среды и (или) исключения условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Исключение условий образования горючей среды должно обеспечиваться:

- применением негорючих веществ и материалов;
- ограничением массы и (или) объема горючих веществ и материалов;
- использованием наиболее безопасных способов размещения горючих веществ и материалов, а также материалов, взаимодействие которых друг с другом приводит к образованию горючей среды;

- изоляцией горючей среды от источников зажигания (применение изолированных отсеков, камер, кабин);
- поддержанием безопасной концентрации в среде окислителя и (или) горючих веществ;
- понижением концентрации окислителя в горючей среде в защищаемом объеме;
- поддержанием температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
- механизацией и автоматизация технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- установкой пожароопасного оборудования в отдельных помещениях или на открытых площадках;
- применением устройств защиты производственного оборудования, исключающих выход горючих веществ в объем помещения, или устройств, исключающих образование в помещении горючей среды;
- удалением из помещений, технологического оборудования и коммуникаций пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха [10].

Исключение условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания должно достигаться:

- применением электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и (или) взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси;
- применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения электроустановок или других устройств, исключающих появление источников зажигания;

- применением оборудования и режимов проведения технологического процесса, исключающих образование статического электричества;
- устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;
- поддержанием безопасной температуры нагрева веществ, материалов и поверхностей, которые контактируют с горючей средой;
- применением способов и устройств ограничения энергии искрового разряда в горючей среде до безопасных значений;
- применением искробезопасного инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
- ликвидацией условий для теплового, химического и (или) микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов и изделий;
- исключением контакта с воздухом пирофорных веществ;
- применением устройств, исключающих возможность распространения пламени из одного объема в смежный [10].

Целью создания систем противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий [10].

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий обеспечиваются снижением динамики нарастания опасных факторов пожара, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону и (или) тушением пожара [10].

Системы противопожарной защиты должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию опасных факторов пожара в течение времени,

необходимого для достижения целей обеспечения пожарной безопасности [10].

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются:

- применением объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройством эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройством систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применением систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- применением основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;
- применением огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
- устройством аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

- устройством на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- применением первичных средств пожаротушения;
- применением автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;
- организацией деятельности подразделений пожарной охраны [10].

Государственное регулирование пожарной безопасностью на железнодорожном транспорте определяется требованиями Федеральных законов «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ, «О железнодорожном транспорте» от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ и «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. № 123 - ФЗ.

Наряду с законодательными и нормативными правовыми актами Правительства РФ, структурные подразделения ОАО «РЖД» руководствуются нормативными актами Министерства путей и сообщения и локальными нормативными актами ОАО «РЖД».

Анализ статистических данных о пожарах свидетельствует об увеличении количества пожаров в целом по сети, в том числе на стационарных объектах и тяговом подвижном составе. Увеличился и прямой материальный ущерб, а также гибель людей на пожарах.

Основные направления деятельности по обеспечению пожарной безопасности включают:

а) Обеспечение безусловное и качественное выполнение договорных обязательств с ОАО «РЖД», ОАО «ФПК», ЗАО «ОЦВ» и другими контрагентами.

б) Принять меры к стабилизации пожаров на стационарных объектах и подвижном составе ОАО «РЖД».

в) Обеспечить готовность пожарных поездов к выполнению задач по предназначению на участках высокоскоростного движения между Москвой, Санкт-Петербургом и Нижним Новгородом, а также между Санкт-Петербургом и Хельсинки.

г) Организовать и провести пожарно-тактические учения по тушению пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 07.08.2012 № 1585р.

д) Обеспечить приёмку и своевременный ввод в боевой расчёт пожарных поездов нового железнодорожного подвижного состава, построенного на Воронежском ВРЗ – филиале «Вагонреммаш» и ОАО «Рухиммаш» в соответствии с графиком обновления.

е) Обеспечить пожарную безопасность железнодорожных вокзалов и других объектов с массовым пребыванием людей.

Обеспечить высокий уровень пожарной безопасности в полосе отвода железных дорог.

ж) Обеспечить безусловное использование и качественное заполнение автоматизированной информационной системы пожарной безопасности ФГП ВО ЖДТ России (АИС ПБ) и прежде всего по разделу «Профилактика» – «Учет профработ».

з) Организовать обучение работников железнодорожного транспорта, в том числе по программам пожарно-технического минимума в рамках предоставленных полномочий.

и) Осуществить реализацию мероприятий по улучшению пожарной безопасности локомотивов с учетом решений Правительственной комиссии в период проведения весеннего и осеннего комиссионных осмотров.

к) Принять меры к обеспечению исправного содержания систем АПЗ на подведомственных объектах, в том числе на постах ЭЦ, ДЦ, ГАЦ. Осуществить проверки соблюдения противопожарных требований в специальном подвижном составе, включаемом в составы рабочих поездов при подготовке к летнему пожароопасному периоду.

Чтобы понять, насколько необходимо обеспечить безопасное функционирование поездов и станций, следует перечислить основные их характеристики:

1. на грузовых, сортировочных и участковых станциях обычно находится большое количество разных железнодорожных эшелонов, расположенных на путях параллельно друг другу;
2. на станциях и в пути имеется очень много вагонов, полувагонов, цистерн, контейнеров и других емкостей, наполненных легковоспламеняющимися, горючими, пожаро- и взрывоопасными веществами, сжиженными газами, ядами, вредными твердыми материалами;
3. сортировочные и грузовые станции обычно довольно густо застроены зданиями и сооружениями различного назначения, а также заполнены железнодорожными составами (прибывшими, ожидающими отъезда, стоящими на отстое);
4. между эшелонами отсутствуют расстояния;
5. противопожарное водоснабжение на станциях развито очень слабо;



6. в пассажирских поездах огонь очень быстро охватывает весь вагон из-за наличия большого количества горючих материалов и узких проходов, не позволяющих людям быстро эвакуироваться;
7. при сгорании некоторых предметов в воздух выделяются токсичные продукты горения.

В случае появления огня при перемещении состава по лесистой, болотистой и другой труднопроходимой местности, борьба с пожаром усложняется вследствие затрудненного подъезда пожарных машин.

Отсутствие разрывов между эшелонами также препятствуем быстрому тушению возгорания, так как огонь из-за этого очень быстро распространяется на большие расстояния.

Огромную роль в обеспечении безопасности на железной дороге играет правильное формирование и расформирование эшелонов. Превышать установленную скорость этих процессов категорически запрещено.

#### **4 ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Железнодорожный транспорт, выполняет огромный объем перевозок пассажиров и грузов, в т.ч. опасных и особо опасных и, в связи с этим, относится к отраслям народного хозяйства с повышенным риском возникновения чрезвычайных ситуаций [11].

Среди катастроф, крушений поездов и аварий различают:

- столкновения;
- сход подвижного состава с рельсов;
- наезды на препятствия на переездах;
- столкновения поездов между собой;
- пожары и взрывы на подвижном составе.

Пожары на железнодорожном транспорте являются чрезвычайной опасностью, так как наносят существенный материальный ущерб и приводят к травмированию и гибели людей. Согласно проведенному анализу, основными причинами возгорания в вагонах относят неосторожное обращение с огнем, несоблюдение требований противопожарной безопасности, а также поломка электрооборудования. Пожары довольно часто возникают во время следования на достаточно дальних расстояниях от пожарных частей и водоисточников. В связи с этим, пламя может уничтожить вагон, в котором возник пожар, а затем и распространиться на соседние вагоны, пока пожарные и спасатели не прибдут на место возникновения пожара [12].

Однако не стоит забывать, что опасность представляют не только вагоны с пассажирами, но и сами локомотивы, к которым относятся электровозы и тепловозы.

#### **4.1 Преимущества и недостатки локомотивов**

Электрический двигатель питается напрямую от электрической сети и для движения требует трансформатор и стабилизатор, для снижения мощности до приемлемого уровня. Дизельные двигатели используют дизель, который преобразует выработанную энергию в механическую работу вращения коленчатого вала, от которого вращение через передачу получают движущие колёса.

Электровозы являются легкими, так как по своей комплектации состоят из двигателей и колесных осей, и не имеют большое количество подвижных частей, что способствует меньшему износу железнодорожной колеи. Тепловозы в свою очередь имеют большое количество движущихся частей, которые требуют постоянного обслуживания.

Однако тепловозы обладают значительным преимуществом над электровозами, это его способность передвигаться в любых условиях и на любой местности. Главным недостатком электровозов является его необходимость в контактной цепи. К проблемам установки воздушных линий электропередач относится сбой электроэнергии, повреждение ЛЭП или столбов электрических сетей, что добавляет сбой в железнодорожном движении.

В связи с этим, среди локомотивов наибольшую пожарную опасность представляют электровозы, работающие от взаимодействия с электрическим током.

При эксплуатации электроустановок существует вероятность возникновения пожаров, которая возникает в следствии наличия проводов со сгораемой оплеткой (хлопчатобумажная и шелковая ткань, резина, локоткани, бумага, картон, полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид, трансформаторное масло и др.) в электрических сетях, устройствах и

приборов, легкогорючего кислорода в воздухе и источника воспламенения - электрического тока. [13].

Согласно анализу пожарного состояния локомотивного парка ОАО «РЖД» за 2008 – 2018 год, произошло 607 случаев пожаров на локомотивах: тепловозы – 360 случаев (рис. 1), электровозы – 247 случаев (рис. 2).



Рисунок 1 – Количество пожаров на тепловозах



Рисунок 2 – Количество пожаров на электровозах

Частым возникновением пожаров на электровозах служит предельный или неисправный режим работы электротехнических изделий: короткое замыкание, перегрузка проводов в устройствах и приборах; многократно превышающие контактные сопротивления; наличие вихревого тока, который появляется в габаритных металлических деталях в результате изменения направления магнитных потоков, индуцирующих ЭДС [13].

## **5 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКА, ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА**

Выбор метода для проведения оценки риска возникновения ЧС основывается на цели проведения оценки, компетентности исполнителей, наличии определенных статистической информации, а выделенных ресурсов.

В общем случае методы анализа и оценки рисков возникновения ЧС можно разделить на три группы: феноменологический, детерминистский и вероятностный [14].

1. Феноменологический метод. Данный метод основан на установлении возможности или невозможности развития аварийных процессов, основываясь на результатах анализа условий достаточности и необходимости, связанных с теми или иными законами природы. Этот метод наиболее прост в применении, но получаемые результаты являются надежными, только если исследуемые процессы и состояния позволяют определить состояние компонентов рассматриваемой системы с достаточным запасом. Вблизи границ резкого изменения состояния систем и веществ данный метод является ненадежным. Феноменологический метод возможно применять для определения относительного уровня безопасности разных технологий и типов промышленных установок, но данный метод не подходит для анализа разветвленных аварийных процессов, развитие которых зависит от надежности различных частей установки и (или) ее средств защиты [15].

2. Детерминистский метод. Данный метод подразумевает анализ порядка этапов развития аварии от финального события через последовательность предполагаемых стадий деформаций, отказов и разрушения компонентов до определенного конечного состояния системы. Ход протекания аварийного процесса изучается и предсказывается при помощи математического моделирования и создания имитирующих моделей, а также проведения сложных расчетов. Данный подход является наглядным и

позволяет обеспечить психологическую приемлемость, т.к. предоставляет возможность выявить главные факторы, оказывающие влияние на протекание процесса [15]. Недостатками данного метода являются:

- возможность упущения из виду каких-либо важных цепочек событий при развитии аварии;
- трудность построения математических моделей, отвечающих требованию адекватности;
- сложность и высокая финансовая затратность проведения экспериментальных исследований.

3. Вероятностный метод. Данный метод подразумевает не только оценку вероятности возникновения аварии, но и расчет относительной вероятности различных путей развития процесса. Для этого необходимо провести анализ разветвленных цепочек событий и отказов оборудования, выбрать подходящий математический аппарат и оценить полную вероятность аварии. При этом математические модели, используемые для расчета, позволяют значительно упростить, в отличие от детерминистских схем расчета. Главными ограничениями в применении вероятностного метода для анализа безопасности являются:

- недостаточность сведений по функциям распределения параметров;
- отсутствие или неполнота статистики отказов оборудования;
- снижение достоверности получаемых оценок риска для тяжелых аварий из-за применения упрощенных схем для расчета.

## **5.1 Метод исследования**

В данной работе в качестве метода исследования был выбран экспертный метод. Целесообразность его использования обусловлена тем,

что на предприятии отсутствуют статистические данные по возникновению пожаров на тепловозах в виду того, что для данного участка отсутствуют статистические данные.

Полученные от экспертов оценки в дальнейшем проходят обработку на согласованность, и затем производится анализ полученных результатов.

При проведении анализа риска последовательно были выполнены такие этапы, как:

- подбор экспертов;
- составление анкет;
- анализ и обработка экспертных оценок;
- выводы по результатам оценки вероятности реализации факторов приводящих к возгоранию, предложение мер по минимизации влияния факторов, приводящих к возникновению ЧС.

## 5.2 Сценарии развития пожаров на электровозах

Для проведения анализа развития пожаров на рассматриваемом объекте, необходимо построить вероятностную модель развития событий, приводящих к реализации пожаров. Для этого были выявлены основные причины возникновения пожаров на электровозах (таблица 3).

Таблица 3 – Причины возникновения пожаров на электровозах

M1	Пожары на тепловозах
M2	Пожары на электровозах
M3	Загорание электропроводок и кабелей
M4	Загорание электрических двигателей
M5	Загорание осветительных установок
M6	Загорание в распределительных устройствах, электрических аппаратах
M7	Загорание от электронагревательных приборов
M8	Короткое замыкание между жилами кабеля, жилами и землей
M9	Перегрев и воспламенение изоляции от токовой перегрузки
M10	Перегрев мест переходных соединений
M11	Межвитковые короткие замыкания и короткие замыкания обмоток на корпус

M12	Перегрев от токовой перегрузки обмоток
M13	Перегрев из-за появления больших переходных сопротивлений
M14	Перегрев из-за ухудшения теплоотвода
M15	Перегрев в элементах пускорегулирующей аппаратуры
M16	Перегрев конструкций из-за завышенного переходного сопротивления
M17	Перегрев обмоток электромагнита
M18	Перегрев из-за повышенного искрения контактов
M19	Причины загораний от предохранителей
M20	Короткое замыкание электронагревательных элементов
M21	Загорания от электронагревательных приборов
M22	Повреждение изоляции
M23	Подключение потребителей завышенной мощности
M24	Ухудшение теплоотвода
B1	Ослабление контактных соединений токопроводящих жил
M25	Окисление соединенных проводников
M26	Межвитковый пробой изоляции
M27	Пробой изоляции обмоток на корпус
M28	Завышение механической нагрузки на валу
M29	Работа трехфазного двигателя в однофазном режиме
M30	Работа электродвигателя при повышенном или пониженном напряжении
M31	Торможение ротора
M32	Повреждение вентиляции или охлаждения двигателя
M33	Завышение частоты пусков или реверсов
B2	Ослабление контактных держателей источников света
B3	Окисление контактируемых поверхностей в местах присоединения источников света
M34	Ослабление контактного соединения проводов
B4	Использование источников света завышенной мощности
M35	Ухудшение естественного охлаждения (теплоотвода) конструктивных элементов
M36	Образование цепей утечки тока
M37	«Залипание» стартера
M38	Электрический пробой конденсатора
M39	Повышенное рассеяние мощности в дросселе
M40	Межвитковое замыкание в дросселе или в трансформаторе
M41	Обрыв/перегорание нити накала люминесцентных ламп
B5	Ослабление контактного давления в местах соединения токопроводящих проводников
M42	Окисление в местах подсоединения токопроводящих проводников
M43	Межвитковый пробой изоляции повышенным напряжением
M44	Пробой изоляции
M45	Периодическое недотягивание якоря сердечника
B6	Завышенная частота пусков
B7	Механический износ
M46	Окисление контактных поверхностей
B8	Нагрев в местах рабочих контактов от снижения контактного давления
M47	Нагрев в местах рабочих контактов
M48	Разлет частиц расплавленного металла
M49	Разрушение электроизоляционных конструктивных элементов



M50	Разрушение электроизоляционных элементов
B9	Случайное попадание токопроводящих предметов
B10	Ослабление контактного давления в местах подключения токопроводящих проводников и токоведущих элементов
M51	Окисление в местах подсоединения токопроводящих проводников и токопроводящих элементов
M52	Деформация элементов конструкции
B11	Соприкосновение горючих предметов и материалов с нагретыми элементами прибора
B12	Тепловое облучение горючих материалов
B13	Коммутационное перенапряжение
B14	Грозовое перенапряжение
B15	Старение
B16	Воздействие повышенной влажности
B17	Механическое воздействие
B18	Подключение двигателя не соответствующего ТТХ
B19	Отказ вентиляции
B20	Попадание химических элементов
B21	Старение обмоток
B16	Воздействие повышенной влажности
B22	Воздействие агрессивной среды
B23	Воздействие вибраций
B24	Воздействие встряски
B25	Внешний перегрев
B26	Внутренний перегрев
B27	Превышение допустимой тяги
B28	Отказ работы (износ) элементов цепей одной из фаз
B29	Превышение допустимого разброса стабилизации напряжения
B17	Механический износ подшипников
B30	Загрязнение ротора
B31	Отсутствие смазки
B32	Загрязнение вентиляционных проходов
B33	Неправильная работа запуска двигателя
B34	Износ контактов
B35	Загрязнение поверхностей
B36	Старение изоляционных материалов
B35	Загрязнение поверхностей
B22	Агрессивные воздействия
B37	Токовая перегрузка дросселя
B37	Токовая перегрузка дросселя
B38	Расслоение магнитного сердечника
B37	Токовая перегрузка дросселя
B37	Токовая перегрузка дросселя
B39	Токовая перегрузка трансформатора
B16	Воздействие повышенной влажности

B40	Износ изоляции
B41	Старение обмоток
B16	Воздействие повышенной влажности
B22	Воздействие агрессивной среды
B23	Воздействие вибраций
B24	Воздействие встряски
B17	Механических повреждения конструктивных элементов устройства
B16	Воздействие повышенной влажности
B42	Окисление контактных поверхностей
B43	Разрушение корпуса предохранителя
B44	Применение нестандартной плавки вставки "жучка"
B41	Старение обмоток
B16	Воздействие повышенной влажности
B22	Воздействие агрессивной среды
B17	Внешнее механическое воздействие
B16	Воздействие повышенной влажности
B17	Внешнее механическое воздействие

Итоговая вероятностная модель представлена в Приложениях А–Д.

### 5.3 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС

Исходя из справочного материала ОАО «РЖД» «Анализ пожарного состояния локомотивного парка ОАО «РЖД» наиболее часто происходят возгорания в силовых электрических цепях, в тяговом электродвигателе и в электрических цепях управления (рис. 3) [17].

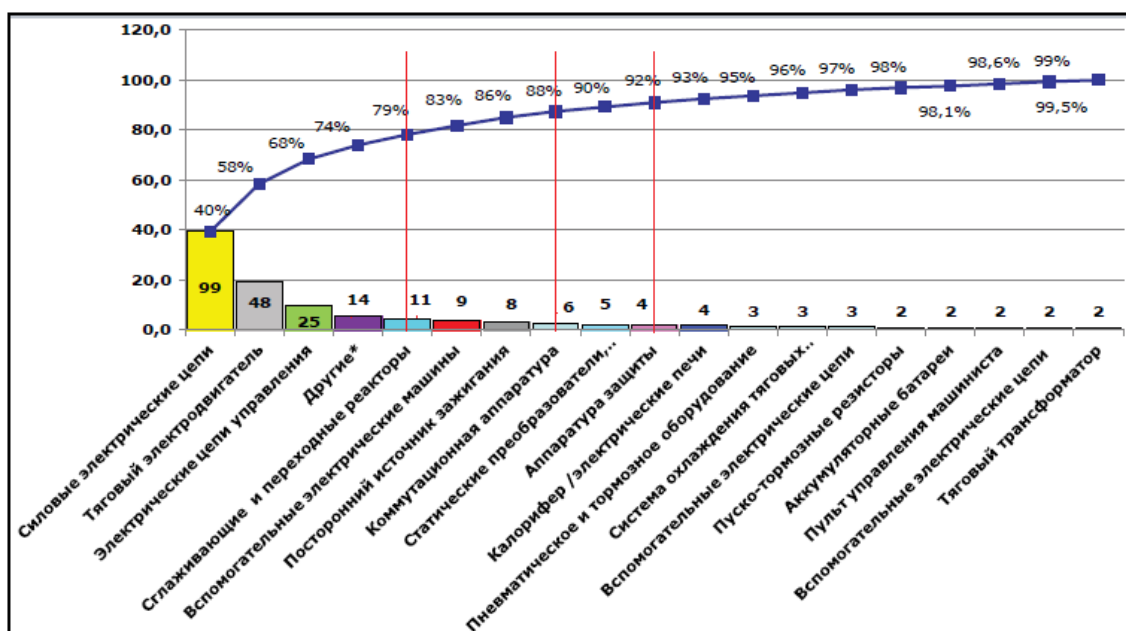
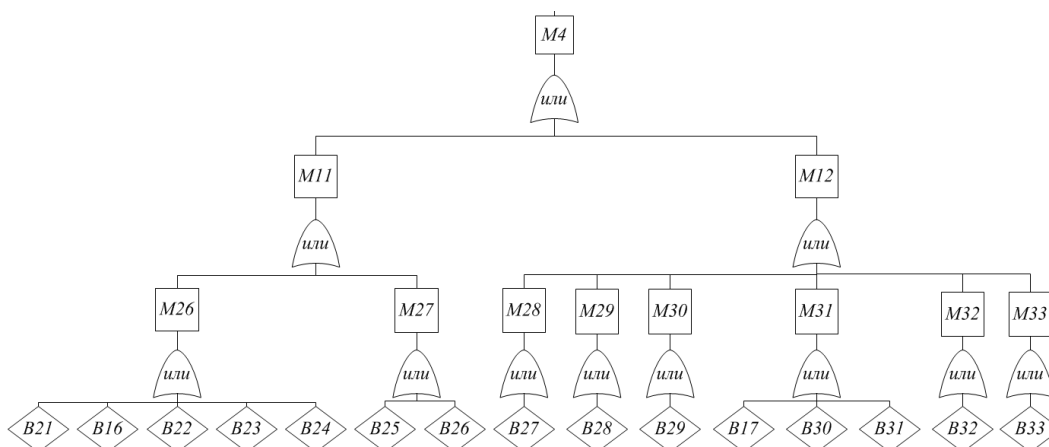


Рисунок 3 – Ранжирование узлов возникновения пожаров на электровозах

Для дальнейшего анализа было принято решение о подробном рассмотрении повреждения электродвигателя (части «дерева», идущей от события М4 (рис. 4)), т.к. именно повреждение электродвигателя в электровозах является чрезвычайно критичным, поскольку, благодаря, электродвигателю транспортное средство приводится в движение.



**Рисунок 4 – Схема развития пожара на электродвигателе**

Оценка вероятности реализации выявленных факторов, приводящих к ЧС, проводилась экспертным методом. В опросном листе №1 экспертам предлагалось оценить вероятность наступления каждого события или степень влияния каждого фактора на возникновения возгорания на электровозах по пятибалльной шкале (табл. 4)

**Таблица 4 – Шкала оценок**

Количественная оценка вероятности, балл	Качественная оценка вероятности	Вероятность появления события
1	Почти невозможно	$<10^{-6}$
2	Очень редко	$10^{-6}-10^{-5}$
3	Редко	$10^{-5}-10^{-4}$
4	Возможно	$10^{-3}-10^{-2}$
5	Почти наверняка	$10^{-1}-1$

Используемая шкала позволяет сосредоточить мнения экспертов по определенному вопросу максимально близко друг к другу, что позволит обеспечить большую степень согласованности мнений, а также выделить наиболее важные события.

Предоставленный экспертам опросный лист № 1 представлен в приложении Е.

Результаты, полученные в ходе заполнения экспертами анкеты опросного листа №1, представлены в таблице 5 ниже.

Таблица 5 – Результаты опроса экспертов

№	Факторы/события	Эксперты										ср
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	старение обмоток	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3,7
2	воздействие повышенной влажности	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4,4
3	воздействие агрессивной среды	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2,5
4	воздействие вибраций	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2,8
5	воздействие встряски	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2,7
6	внешний перегрев	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4,5
7	внутренний перегрев	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4,3
8	превышение допустимой тяги	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	отказ работы (износ) элементов цепей одной из фаз	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2,6
10	превышение допустимого разброса стабилизации напряжения	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1,4
11	механический износ подшипников	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4,6
12	загрязнение ротора	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4,4
13	отсутствие смазки	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2,4
14	загрязнение вентиляционных проходов	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	неправильная работа запуска двигателя	3	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2,4
	Сумма оценок экспертов	47	49	52	49	50	48	46	48	50	48	

Для дальнейшего использования полученных оценок событий, проводилась проверка согласованности мнений экспертов. Для этого путем деления каждого балла на суммарный балл для определенного эксперта составляется таблица нормированных бальных оценок (таблица 6).

Таблица 6 – Нормированные бальные оценки экспертов

№	Эксперты										ср
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,064	0,082	0,077	0,082	0,060	0,083	0,087	0,083	0,080	0,063	0,076

<b>2</b>	0,085	0,102	0,077	0,102	0,100	0,083	0,087	0,083	0,100	0,083	0,090
<b>3</b>	0,043	0,041	0,058	0,041	0,060	0,042	0,043	0,063	0,060	0,063	0,051
<b>4</b>	0,064	0,061	0,058	0,061	0,060	0,063	0,043	0,063	0,060	0,042	0,057
<b>5</b>	0,064	0,061	0,058	0,061	0,060	0,042	0,043	0,042	0,060	0,063	0,055
<b>6</b>	0,106	0,082	0,096	0,082	0,100	0,104	0,087	0,104	0,080	0,083	0,092
<b>7</b>	0,085	0,102	0,096	0,082	0,080	0,083	0,087	0,083	0,080	0,104	0,088
<b>8</b>	0,021	0,020	0,019	0,020	0,020	0,021	0,022	0,021	0,020	0,021	0,021
<b>9</b>	0,043	0,061	0,038	0,041	0,060	0,063	0,043	0,063	0,060	0,063	0,053
<b>10</b>	0,021	0,020	0,038	0,020	0,040	0,042	0,043	0,021	0,020	0,021	0,029
<b>11</b>	0,106	0,082	0,077	0,102	0,100	0,104	0,109	0,083	0,080	0,104	0,095
<b>12</b>	0,085	0,082	0,096	0,102	0,080	0,083	0,087	0,104	0,100	0,083	0,090
<b>13</b>	0,043	0,061	0,058	0,041	0,040	0,063	0,043	0,042	0,040	0,063	0,049
<b>14</b>	0,106	0,102	0,096	0,102	0,100	0,104	0,109	0,104	0,100	0,104	0,103
<b>15</b>	0,064	0,041	0,058	0,061	0,040	0,021	0,065	0,042	0,060	0,042	0,049

Затем вычисляем взвешенные суммы относительных бальных оценок для каждого эксперта. Например,

а) для первого эксперта:  $0,064 \times 0,076 + 0,085 \times 0,090 + 0,043 \times 0,051 + 0,064 \times 0,057 + 0,064 \times 0,055 + 0,106 \times 0,092 + 0,085 \times 0,088 + 0,021 \times 0,021 + 0,043 \times 0,053 + 0,021 \times 0,029 + 0,106 \times 0,095 + 0,085 \times 0,090 + 0,043 \times 0,049 + 0,106 \times 0,103 + 0,064 \times 0,049 = 0,0765$ ;

б) для второго эксперта:  $0,082 \times 0,076 + 0,102 \times 0,041 + 0,043 \times 0,051 + 0,061 \times 0,057 + 0,061 \times 0,055 + 0,082 \times 0,092 + 0,102 \times 0,088 + 0,020 \times 0,021 + 0,061 \times 0,053 + 0,020 \times 0,029 + 0,082 \times 0,095 + 0,082 \times 0,090 + 0,061 \times 0,049 + 0,102 \times 0,103 + 0,041 \times 0,049 = 0,0759$  и т. д.

Следующим этапом вычисляется сумма полученных взвешенных оценок:

$0,0765 + 0,0759 + 0,0747 + 0,0767 + 0,0754 + 0,0760 + 0,0760 + 0,0764 + 0,0754 + 0,0758 = 0,7589$ .

В конечном итоге находим коэффициенты компетентности оценок экспертов для:

а) первого эксперта:  $\frac{0,0765}{0,7589} = 0,1008$ ;

б) второго эксперта:  $\frac{0,0759}{0,7589} = 0,0999$ ;

в) третьего эксперта:  $\frac{0,0747}{0,7589} = 0,0984$ ;

г) четвертого эксперта:  $\frac{0,0767}{0,7589} = 0,1010$ ;

д) пятого эксперта:  $\frac{0,0754}{0,7589} = 0,0993$ ;

е) шестого эксперта:  $\frac{0,0760}{0,7589} = 0,1001$ ;

ж) седьмого эксперта:  $\frac{0,0760}{0,7589} = 0,1001$ ;

з) восьмого эксперта:  $\frac{0,0764}{0,7589} = 0,1006$ ;

и) девятого эксперта:  $\frac{0,0754}{0,7589} = 0,0993$ ;

к) десятого эксперта:  $\frac{0,0758}{0,7589} = 0,0998$ .

Средняя групповая компетентность экспертов составляет:

$$\frac{0,1008+0,0999+0,0984+0,1010+0,0993+0,1001+0,1001+0,1006+0,0993+0,0998}{10} = 0,0999.$$

Коэффициенты компетентности у всех экспертов близки к средней групповой компетенции, что свидетельствует от высокой степени согласованности мнений экспертов, а также о высокой степени надежности полученных оценок [18].

Дальнейший анализ был направлен на ранжирование событий.

Ранжирование оценок проводится, чтобы установить относительную значимость факторов исследования на основе их упорядочивания. Ранг

является показателем, дающим характеристику порядкового места каждого события/фактора в группе с другими событиями/факторами [19].

Вначале происходит преобразование рангов, исходя из соотношения:  
 $R'_{ij} = n - R_{ij}$ , где  $n$  – количество факторов. Данные представлены в таблице 7:

Таблица 7 – Преобразование рангов

№	Эксперты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	11	11	11	12	11	11	11	11	12
2	11	10	11	10	10	11	11	11	10	11
3	13	13	12	13	12	13	13	12	12	12
4	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13
5	12	12	12	12	12	13	13	13	12	12
6	10	11	10	11	10	10	11	10	11	11
7	11	10	10	11	11	11	11	11	11	10
8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
9	13	12	13	13	12	12	13	12	12	12
10	14	14	13	14	13	13	13	14	14	14
11	10	11	11	10	10	10	10	11	11	10
12	11	11	10	10	11	11	11	10	10	11
13	13	12	12	13	13	12	13	13	13	12
14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
15	12	13	12	12	13	14	12	13	12	13
Σ	178	176	173	176	175	177	179	177	175	177

Затем каждый элемент делится на показатель суммы по столбцу (табл. 8):

Таблица 8 – Преобразование рангов

№	Эксперты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,067	0,063	0,064	0,063	0,069	0,062	0,061	0,062	0,063	0,068
2	0,062	0,057	0,064	0,057	0,057	0,062	0,061	0,062	0,057	0,062
3	0,073	0,074	0,069	0,074	0,069	0,073	0,073	0,068	0,069	0,068
4	0,067	0,068	0,069	0,068	0,069	0,068	0,073	0,068	0,069	0,073
5	0,067	0,068	0,069	0,068	0,069	0,073	0,073	0,073	0,069	0,068
6	0,056	0,063	0,058	0,063	0,057	0,056	0,061	0,056	0,063	0,062
7	0,062	0,057	0,058	0,063	0,063	0,062	0,061	0,062	0,063	0,056
8	0,079	0,080	0,081	0,080	0,080	0,079	0,078	0,079	0,080	0,079

9	0,073	0,068	0,075	0,074	0,069	0,068	0,073	0,068	0,069	0,068
10	0,079	0,080	0,075	0,080	0,074	0,073	0,073	0,079	0,080	0,079
11	0,056	0,063	0,064	0,057	0,057	0,056	0,056	0,062	0,063	0,056
12	0,062	0,063	0,058	0,057	0,063	0,062	0,061	0,056	0,057	0,062
13	0,073	0,068	0,069	0,074	0,074	0,068	0,073	0,073	0,074	0,068
14	0,056	0,057	0,058	0,057	0,057	0,056	0,056	0,056	0,057	0,056
15	0,067	0,074	0,069	0,068	0,074	0,079	0,067	0,073	0,069	0,073
$\Sigma$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Для определения ранга рассчитывается среднее арифметическое значение по каждому фактору (таблица 9):

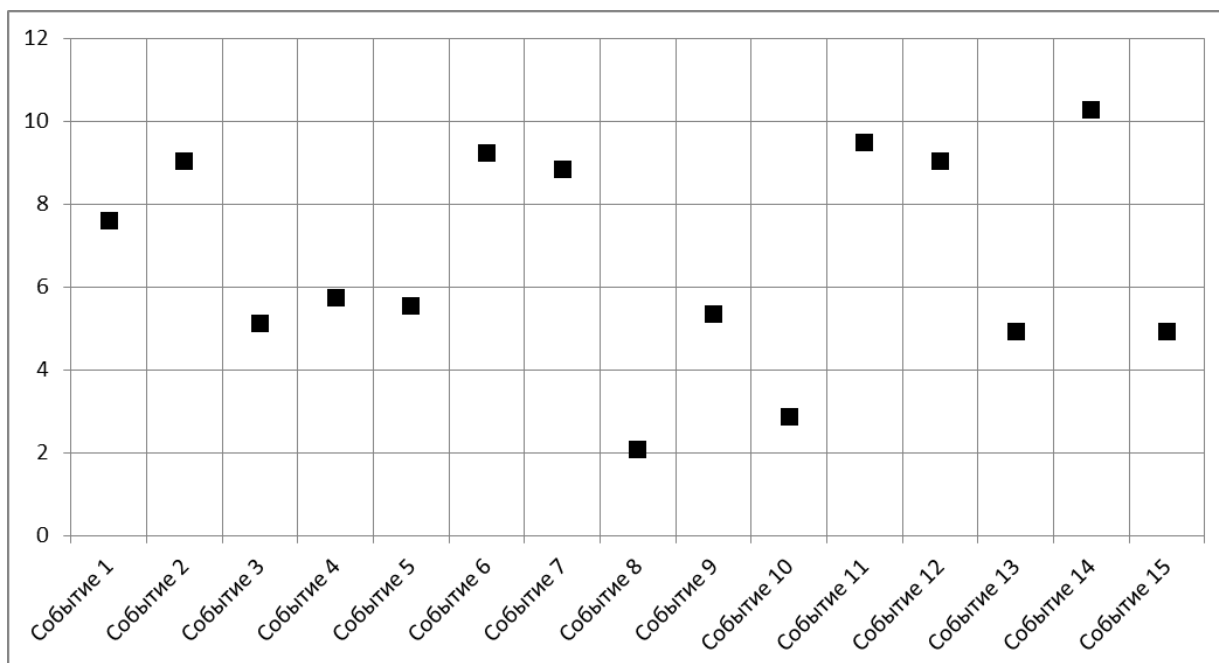
Таблица 9 – Итоговое ранжирование факторов

№	Факторы/события	Вес	Ранг
1	старение обмоток	0,0760	9
2	воздействие повышенной влажности	0,0903	11
3	воздействие агрессивной среды	0,0512	5
4	воздействие вибраций	0,0574	8
5	воздействие встряски	0,0553	7
6	внешний перегрев	0,0924	13
7	внутренний перегрев	0,0883	10
8	превышение допустимой тяги	0,0206	1
9	отказ работы (износ) элементов цепей одной из фаз	0,0534	6
10	превышение допустимого разброса стабилизации напряжения	0,0287	2
11	механический износ подшипников	0,0947	14
12	загрязнение ротора	0,0903	12
13	отсутствие смазки	0,0492	4
14	загрязнение вентиляционных проходов	0,1028	15
15	неправильная работа запуска двигателя	0,0493	3

Величина значения рангов позволяет расположить события на шкале относительно друг друга. Таким образом, событие, с наименьшим рангом, является наименее вероятным. Следовательно, наименее вероятными событиями является событие 8, а наиболее вероятным – 14.

Результаты проведенного анализа можно представить следующим образом (рис. 5):





**Рисунок 5 – Графическое представление результатов экспертной оценки**

Исходя из графика, все события можно разделить на три группы:

- 1) наиболее вероятные: события 1, 2, 6, 7, 11, 12 и 14;
- 2) наименее вероятные: события 8 и 10;
- 3) события со средней вероятностью: 3, 4, 5, 9, 13 и 15.

#### **5.4 Рекомендации по снижению вероятности возникновения пожара**

В результате проведенного анализа факторов для данного объекта можно говорить, что необходимо принятие мер, направленных на снижение риска возникновения наиболее вероятных событий (табл. 10).

**Таблица 10 – Меры, по снижению возникновения наиболее вероятных событий**

<b>Фактор</b>	<b>Мероприятие по снижению возникновения событий</b>
Старение обмоток	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не допускать возникновения повышенной влажности;</li> <li>– избегать попадания пыли, капель жидкостей;</li> <li>– производить тщательную очистку охлаждаемого воздуха;</li> <li>– соблюдать температурный режим;</li> <li>– производить мелкий ремонт, при обнаружении повреждений.</li> </ul>
Внутренний перегрев	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проверять исправность термостата;</li> <li>– проверять систему вентиляции на герметичность;</li> <li>– проверять исправную работоспособность вентилятора.</li> </ul>
Воздействие повышенной влажности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– производить сушку электродвигателя;</li> <li>– провести дополнительную изоляцию;</li> <li>– заменить двигатель другим, соответствующим условиям окружающей среды.</li> </ul>

Загрязнение ротора	– избегать попадания пыли, капель различных жидкостей; – проводить своевременную очистку заржавевших поверхностей.
Внешний перегрев	– проверять исправность термостата; – использование качественной охлаждающей жидкости; – повысить скорость потока воздуха вокруг двигателя.
Механический износ подшипников	– своевременная проверка состояния подшипников электродвигателя; – не допускать перегрева, соблюдая предельно-допустимую температуру подшипников.
Загрязнение вентиляционных проходов	– проводить своевременную очистку системы вентиляции; – перед каждым отправлением проверять вентиляцию на наличие посторонних предметов; – корпус электродвигателя, все сопряжения и стыки должны быть уплотнены, для предотвращения подсоса воздуха в систему вентиляции.

На основании этих факторов можно предложить некоторые рекомендации для снижения их возникновения, а именно:

- использование усиленной изоляции токоведущих частей на всех элементах электродвигателя;
- использование качественных антикоррозионных средств;
- использование соединительных частей с наименьшим числом стыков друг с другом;
- установка высококачественных воздухоочистительных фильтров;
- установка ветрозащитных устройств (дефлекторов) на вентиляционных проходах;
- установка термодатчиков на отдельные части двигателя для усиленного контроля температурного режима.

## **6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **Введение**

Суть выпускной квалификационной работы заключается в разработке программы действий по обеспечению пожарной безопасности на участке железной дороги РФ. Для этого в выпускной квалификационной работе проводится изучение особенностей деятельности РЖД, анализ причин пожаров на локомотивах, а также предложение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, с помощью которых возможно повышение уровня безопасности на объектах железной дороги.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выявление территориальных рисков и разработка мероприятий, отвечающим современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Задачами, обеспечивающими реализацию поставленной цели, являются: выполнение анализа конкурентных технических решений, составление структуры работ в рамках научного исследования, определения трудоемкости выполнения работ, разработку графика проведения научного исследования, составление бюджета НИИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение социальной и экономической эффективности исследования.

#### **Анализ конкурентных технических решений**

Оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием для поиска источников финансирования проведения научного исследования.

Для достижения цели проводятся следующие мероприятия:

1. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям;
2. планирование научно-исследовательских работ;
3. определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Основным сегментом данного рынка является производство программы действий при возникновении пожаров на железной дороге. Применение программы необходимо для быстрого и четкого выполнения мероприятий по ликвидации пожаров.

Для анализа альтернативных способов защиты окружающей среды и населения была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

1 – наиболее слабая позиция; 2 – ниже среднего, слабая позиция; 3 – средняя позиция; 4 – выше среднего, сильная позиция; 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 11 представлен анализ конкурентных технических решений. Инженерные мероприятия как «ИНЖ», технические «ТЕХ».

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>инж</sub>	Б <sub>тех</sub>	К <sub>инж</sub>	К <sub>тех</sub>
1	2	3	5	6	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
2. Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
3. Простота эксплуатации	0,1	2	2	0,2	0,2
4. Объемы производства	0,15	5	3	0,75	0,45
5. Функциональная мощность	0,1	4	1	0,4	0,1
6. Сотрудничество с поставщиками	0,1	3	3	0,3	0,3
7. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности					

1. Цена	0,1	3	2	0,3	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	3	5	0,3	0,5
Итого	1			3,9	3,15

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность вида;

$B_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале);

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование инженерных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности является наиболее эффективным и целесообразным. Это обусловлено тем, что инженерные мероприятия включают в себя оснащение автоматическими системами пожаротушения которые, позволят произвести тушение пожара на этапе его возникновения. Его конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 3,9.

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ

### Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл.

Таблица 12 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Студент
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Студент
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Студент
	8	Анализ полученных результатов	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, студент

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

### Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож\ i}$  используем следующую формулу:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. - дн.}$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -

ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ дней}$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### **Разработка графика проведения научного исследования**

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 65 - 15} = 1,28$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2,8 \times 1,28 = 3,59 \approx 4 \text{ дня}$$

Где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  — коэффициент календарности.



Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ож\ i}$ , чел-дни		Рук-ль	Студент	Рук-ль	Студент
	Рук-ль	Студент	Рук-ль	Студент	Рук-ль	Студент				
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	–	3	–	2	–	2	–	3	–
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	4	4	3	3	1	1	2	2
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	2	2	4	4	3	3	1	1	2	2
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	–	10	–	15	–	13	–	13	–	19
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	–	13	–	19	–	18	–	18	–	27
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	1	1	3	3	2	2	1	1	1	1
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	–	9	–	16	–	14	–	14	–	21
Анализ полученных результатов	–	2	–	4	–	3	–	3	–	4
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	2	4	4	3	3	3	3	4	4
Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	4	4	3	3	3	2	3	3

Таблица 14 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>кп</sub> , кал.дни	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	3													
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент	2													
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент	2													
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Студент	19													
5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Студент	27													
6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент	1													
7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Студент	21													
8	Анализ полученных результатов	Студент	4													
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, студент	4													
10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, студент	3													

■ – Научный руководитель

■ – Студент

## Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м,  $m^2$  и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ $m^2$  и т.д.);

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), Руб	
		Студент	Рук-ль	Студент	Рук-ль	Студент	Рук-ль
Бумага	лист	250	100	2	2	500	200

Картридж	шт.	1	1	700	700	700	700
Шариковая ручка	шт.	2	1	20	20	40	20
Карандаш	шт.	1	1	10	10	10	10
Блокнот	шт.	1	0	50	0	50	0
Итого						1300	930

Итого по статье «материальные затраты» получилось 1300 рублей на студента и 930 рублей на научного руководителя. Общие «материальные затраты» составляют 2230 руб.

### **Основная заработная плата исполнителей темы**

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата (15% от  $З_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $З_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p,$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}$$

где  $З_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p$$

где  $Z_{\text{ТС}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 25000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 52000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 2300 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 2990 \text{ руб.}$$

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	65	65
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	0	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{52000 \times 10,4}{257} = 2104,28 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{2990 \times 11,2}{252} = 132,89 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_{\text{р}} = 11$  раб. дней

Студент:  $T_{\text{р}} = 56$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2104,28 \times 11 = 23147,08 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 132,89 \times 56 = 7441,84 \text{ руб.}$$

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	25000	0,3	0,3	1,3	52000	2104,28	11	23147,08
Студент	2300	0	0	1,3	2990	132,89	56	7441,84
Итого $Z_{\text{осн}}$								30588,92

### Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}$$

Где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Таблица 18 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарботная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	23147,08	7441,84
Дополнительная зарплата	2777,65	893,02
Итого, руб	34259,59	

### Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,28 \times 34259,59 = 9592,69 \text{ руб.}$$

### Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}} \\
 &= (2230 + 30588,92 + 3670,67 + 9592,69) \times 0,16 \\
 &= 46082,28 \times 0,16 = 7373,17 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

### Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Руководитель	Студент	Всего
1. Материальные затраты НТИ	930	1300	2230
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	23147,08	7441,84	30588,92
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2777,65	893,02	3670,67
4. Отчисления на социальные нужды	7258,93	2333,76	9592,69
5. Накладные расходы	5458,19	1914,98	7373,17
6. Бюджет затрат НТИ	39571,85	13883,6	53455,45

### 6.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования** определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{pi}}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов** исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Научный руководитель</b>	<b>Студент</b>
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4
5. Надежность	0,25	5	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>4,4</b>

$$I_{p-рук} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,20 \times 4 + 0,25 \times 5 + 0,15 \times 4 = 4,65;$$

$$I_{p-студ} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,20 \times 4 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4,4.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испи}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{рук} = \frac{I_{p-рук}}{I_{фин.р}} = \frac{4,65}{1} = 4,65$$



$$I_{\text{студ}} = \frac{I_{\text{р-студ}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{студ}}} = \frac{4,4}{0,35} = 12,57$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_i}{I_{\text{max}}}$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Руководитель	Студент
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,35
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	12,57
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,37	1

**Вывод:** При сравнении значений интегральных показателей эффективности было выявлено, что более эффективным вариантом решения поставленной технической задачи в бакалаврской работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение студентом.

### Оценка эффективности исследования

В результате рассмотрения ресурсосберегающей финансовой, бюджетной, социальной эффективности научно-исследовательской работы мы убедились, что проектируемая работа является актуальной и отвечает всем современным требованиям в области обеспечения безопасности.

Программа обеспечения безопасности при возникновении пожаров поможет спасти и сохранить больше жизней, уменьшить социальный и экономический ущерб, наносимый области.

В итоге, поставленная в работе цель достигнута, выполнены поставленные задачи. В данном разделе было выполнено следующее: анализ конкурентных технических решений, определена структура работ в рамках

научного исследования, определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения научного исследования, бюджет НИИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение эффективности исследования.

## **7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Основное направление государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников. В зоне работы железнодорожного транспорта, человек подвергается повышенной опасности. Факторы вредных воздействий шума и вибрации, электромагнитных полей, повышенной и пониженной температуры поверхностей и окружающей среды, опасности механического и электрического травматизма, загрязненного атмосферного воздуха, - вот далеко не полный список воздействий на человека.

Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается правовой, социально-экономической, организационно-технической, санитарно-гигиенической, лечебно-профилактической защитой.

Экономические мероприятия предусматривают упреждающие затраты на охрану жизни и здоровья человека за счет нормализации параметров вредных и опасных факторов производственной среды. Кроме того, эти методы предусматривают затраты на восстановление здоровья работников в тех случаях, если нормализация параметров вредных и опасных факторов по техническим или другим причинам невозможна, а также в тех случаях, когда авария или катастрофа уже нанесла вред жизни или здоровью работника.

Организационные мероприятия основаны на действии административных и правоохранных мер по предотвращению вредного воздействия на человека и производственную среду вредных и опасных факторов. К организационным мерам, например, относятся: профотбор; проведение инструктажей, технической учебы; рационализация режима труда в условиях действия негативного фактора; организация, разработка и внедрение технических мер безопасности; аттестация рабочих мест.

### **7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Специфика трудовой деятельности обуславливает наличие особенностей в правовом регулировании труда спасателей, проводящих тушение пожаров.

К особенностям внешней обстановки, в которой протекает труд пожарных, можно отнести:

- наличие факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей и требующих специальной подготовки, экипировки и оснащения (высокая степень профессионального риска);
- труднодоступность и опасность места проведения работ.

В связи с этим трудовым законодательством (ст. 265 ТК РФ) [16] закреплён запрет на проведение работ по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера лицами, не достигшими возраста 18 лет, а также Постановлением Правительства РФ от 25.02.2000 N 162 «Об утверждении перечня тяжёлых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин» [17] запрещено проведение работ по тушению пожаров женщинами.

К работе по тушению пожаров допускаются граждане, достигшие возраста 18 лет, имеющие среднее общее образование, прошедшие профессиональное обучение по программе профессиональной подготовки спасателей и аттестованные на проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров.

Для спасателей, принимающих участие в ликвидации пожаров, предусмотрены различные виды льгот и компенсаций.

**Социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.**

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в Российской Федерации с января 2000 года в соответствии с Федеральным

законом от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [18], которым установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний предусматривает:

- обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;
- возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях, путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию;
- обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса РФ [16] обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

**Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда:**

- безопасность работников при эксплуатации оборудования, инструментов, сырья и материалов, а так же осуществлении технологических процессов;
- применение прошедших обязательную сертификацию средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу средств индивидуальной защиты, спецодежды и обуви;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;
- проведение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения СИЗ;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;
- проведение за счет собственных средств обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований), обязательных (и по просьбам трудящихся) психиатрических освидетельствований работников;
- недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
- предоставление федеральным органам государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и охраны труда, информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- расследование и учет в установленном порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи;
- выполнение предписаний должностных лиц федеральных органов исполнительной власти в установленные сроки;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда;
- разработку и утверждение правил и инструкций по охране труда для работников;
- наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой своей деятельности.

Рабочая смена спасателя составляет 3 - 5 часов в зависимости от тяжести и интенсивности работ. Продолжительность рабочей смены (рабочего цикла), включая перерывы на отдых не должна превышать 8 часов и устанавливается в каждом конкретном случае на основе показателей, характеризующих устойчивую работоспособность в течение заданного времени. Периоды выполнения работ не должны, как правило, превышать: – легких и средней тяжести работ 30 мин. для каждого часа работы; – тяжелых работ – 3 - 5 мин в течение каждых 30 мин работы. При планировании круглосуточных непрерывных спасательных работ оптимальное время начала и окончания рабочих циклов или смен определяют с учетом изменения функционального состояния организма, от характера труда и в зависимости от суточного ритма физиологических функций организма, предопределяющего максимальную работоспособность человека – с 8 до 12 часов и с 15 до 17 часов; минимум с 3 до 6 часов. Время отдыха спасателей должно составлять не менее 12 часов за сутки. При этом отдых устанавливается: – на 15 мин после каждых 45 мин работы; – на 3 часа после окончания рабочей смены. Масса экипировки спасателя не должна превышать 1/3 массы его тела. При работе в условиях отрицательных температур и повышенной влажности отдых (в том числе во время перерывов) организуется в тепле; при положительных температурах – в прохладных помещениях или в тени [19].

Из прав спасателей по безопасности работ можно выделить следующие:

- право на внеочередное приобретение билетов на все виды транспорта при следовании к месту проведения работ, все органы государственной власти должны содействовать движению спасателей к месту ЧС;
- право на полную достоверную информацию для выполнения своих обязанностей, беспрепятственный проход на территорию



- организаций, промышленных объектов, а также жилых помещений для проведения работ;
- право на экипировку и оснащение в соответствии с видом работ [18].

## 7.2 Производственная безопасность

При выполнении пожароспасательных работ на спасателей могут воздействовать опасные производственные факторы, приводящие к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, и вредные производственные факторы, снижающие работоспособность и приводящие к заболеваниям.

**К вредным факторам** при проведении АСДНР относятся:

- 1) повышенный уровень шума на рабочем месте;
- 2) повышенный уровень вибрации;
- 3) напряженность трудового процесса.

### *1. Шум.*

Источниками шума в рабочей зоне проведения АСДНР являются, транспортные средства (спасательные машины, локомотивы, компрессорные станции), а также аварийно-спасательные инструменты задействованные для ликвидации ЧС.

Действующими нормативными документами являются:

- ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [20];
- СН 3223-85 «Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах» [21].

Уровень шума при работе спасателя с аварийно-спасательным инструментом составляет 68 - 75 дБ. При работе в непосредственной близости с транспортными средствами уровень шума может достигать 85 - 90 дБ. Допустимое значение шума является 80 дБ [20].

Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита.

При воздействии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Методы защиты от воздействия шума – применение средств защиты органов слуха (наушники, противозумные вкладыши) [22].

## *2. Вибрация.*

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на спасателя приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению вибрационной болезни.

Источником так же является работа с аварийно-спасательным инструментом.

Действующими нормативными документами являются:

- ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [22];
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [23].

Допустимым уровнем вибрации является 15 Гц [23].

Средствами снижения вибраций является применение использование при работе защитных рукавиц или перчаток, а также наличие резиновых накладок на рукоятках инструмента [24].

## *3. Напряженность трудового процесса.*

Трудовая деятельность спасателя может сопровождаться не только значительными физическими усилиями, а также и значительными психоэмоциональным напряжением.

В трудовом процессе существует опасность снижения трудоспособности, а именно появление усталости.

Для поддержания работоспособности на определенном уровне необходимо соблюдать режим труда и отдыха, а также соблюдение питьевого режима и графика приема пищи:

- не допускается работа спасателей на голодный желудок;
- непосредственно перед работой не допускается обильный прием пищи или жидкости (оптимально следует приступать к работе не ранее через 30 мин);
- прием пищи во время проведения спасательных работ необходимо организовать перед началом или после окончания рабочих смен. При этом обед должен назначаться не позднее чем через 6 час после завтрака или окончания работ;
- обеспечивается ежедневный прием 50 мг аскорбиновой кислоты путем внесения ее в третье блюдо или выдача спасателям с соответствующей инструкцией по применению.

Отдых в период специальных перерывов следует проводить при отсутствии действия вредных производственных факторов.

#### Анализ выявленных **опасных производственных факторов**

Во время работы на спасателей могут воздействовать следующие опасные факторы:

- движущийся подвижной состав;
- электроопасность.

Движущийся подвижной состав, производящий маневровые работы, а также спасательные машины производящие работы в зоне АДСНР.

Основными мерами защиты для предупреждения травматизма и гибели спасателей, от подвижного состава является:

- разделение маршрутов движения спасателей и транспортных средств, а при невозможности добиться этого, наличие на всех лицах находящихся в зоне работ сигнальных жилетов, либо светоотражающих полос на спецодежде;
- на транспортные средства должны быть установлены проблесковые маячки в соответствии с правилами дорожного движения.

Электроопасным в работе спасателя являются оборванные провода контактной сети, воздушной линии электропередачи и находящимся на них посторонним предметам независимо от того, касаются или не касаются они земли или заземленных конструкций [25].

Основными способами защиты от данного фактора является:

- обязательное отсутствие нагрузки на сетях электроснабжения;
- наличие в зоне работ специалистов с допусками работы с электрическими сетями;
- наличие знаков «Не включать работают люди» на подстанциях, обеспечивающих подачу электроэнергии в зону работ;
- при подаче электроэнергии удостоверится в безопасности людей, производящих работы.

Действующим нормативным документом является ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда» [25].

### **7.3 Экологическая безопасность**

Перевод железнодорожного транспорта с паровой тяги на электрическую и тепловозную, которыми в настоящее время выполняется практически вся поездная работа, способствовал улучшению экологической обстановки: исключено влияние угольной пыли и вредных выбросов паровозов в атмосферу.

Дальнейшая электрификация железных дорог, т. е. замена тепловозов электровозами, позволяет исключить загрязнение воздуха отработавшими

газами дизельных двигателей. Основной путь снижения выбросов токсичных веществ тепловозами заключается в уменьшении их образования в цилиндрах двигателей. Важное значение имеют обезвреживание отработавших газов, правильная эксплуатация тепловозов.

Факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) механические (твердые отходы, механическое воздействие на почвы строительных, дорожных, путевых и других машин);
- 2) физические (тепловые излучения, электрические поля, электромагнитные поля, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация, радиация и др.);
- 3) химические вещества и соединения (кислоты, щелочи, соли металлов, альдегиды, ароматические углеводороды, краски и растворители, органические кислоты и соединения и др.);
- 4) биологические (макро- и микроорганизмы, бактерии, вирусы).

**Вредные выбросы в воздух и водоемы.** Экологические преимущества железнодорожного транспорта состоят главным образом в значительно меньшем количестве вредных выбросов в атмосферу на единицу выполненной работы. Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы дизелей тепловозов. В них содержатся окись углерода, окись и двуокись азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа. Содержание сернистого ангидрида зависит от количества серы в дизельном топливе, а содержание других примесей - от способа его сжигания, а также способа наддува и нагрузки двигателя. Высокое содержание вредных примесей в отработавших газах дизелей при работе в режиме холостого хода обусловлено не только плохим смешиванием топлива с воздухом, но и сгоранием топлива при более низких температурах.

Режим работы маневровых тепловозов менее стабилен, чем поездных, поэтому и выделение токсичных веществ у них в несколько раз больше. Уровень загрязнения воздушной среды станций и прилегающих к ним

селитебных зон отработавшими газами маневровых тепловозов зависит от числа одновременно занятых локомотивов. При этом наиболее значительно выделение окислов азота и сернистого ангидрида. Ежегодно из пассажирских вагонов на каждый километр пути выливается до 200 м<sup>3</sup> сточных вод, содержащих патогенные микроорганизмы, и выбрасывается до 12 т сухого мусора. Это приводит к загрязнению железнодорожного полотна и окружающей среды. Кроме того, очистка путей от мусора связана со значительными материальными издержками. Решить проблему можно использованием в пассажирских вагонах аккумулярующих емкостей для сбора стоков и мусора или установкой в них специальных очистных сооружений.

При мытье подвижного железнодорожного состава в почву и водоемы переходят вместе со сточными водами синтетические поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, фенолы, шестивалентный хром, кислоты, щелочи, органические и неорганические взвешенные вещества. Содержание нефтепродуктов в сточных водах при мытье локомотивов, фенолов при мытье цистерн из-под нефти превышают предельно допустимые концентрации. Многократно превышаются ПДК шестивалентного хрома при замене охлаждающей жидкости дизелей локомотивов. Во много раз сильнее сточных вод загрязняется почва на территории и вблизи пунктов, где производится обмывка и промывка подвижного состава.

Железнодорожный транспорт - крупный потребитель воды. Несмотря на почти полную ликвидацию паровой тяги, водопотребление на железных дорогах из года в год увеличивается. Это вызвано ростом протяженности железнодорожной сети и объемов перевозок, а также увеличением масштабов жилищного и культурно-бытового строительства. Следует ожидать, что производственно-бытовое потребление воды будет увеличиваться и в дальнейшем, поскольку с каждым годом растет число локомотивных и вагонных депо, пунктов подготовки грузовых и пассажирских вагонов к перевозке, промывочно-пропарочных станций,

пунктов экипировки рефрижераторных поездов. Вода участвует практически во всех производственных процессах: при обмывке и промывке подвижного состава, его узлов и деталей, охлаждении компрессоров и другого оборудования, получении пара, используется при заправке вагонов, реостатных испытаниях тепловозов и т. д. Часть потребляемой воды расходуется безвозвратно (заправка пассажирских вагонов, получение пара, приготовление льда). Объем оборотного и повторного использования воды на предприятиях железнодорожного транспорта пока составляет лишь около 30%.

### **Шум и вибрация при движении поездов.**

Во многих мегаполисах железная дорога практически стала городским видом транспорта.

Шум от поездов вызывает негативные последствия, выражающиеся, прежде всего в нарушении сна, ощущении болезненного состояния, в изменении поведения, увеличении употребления лекарственных препаратов и т. д. Нарушение сна может иметь различные формы: удлинение периода засыпания, пробуждения во время сна, ухудшение качества сна, т. е. переход от глубокого сна к более легкому, поверхностному. Мгновенные прерывания сна учащаются с увеличением частоты и силы звука. При равном акустическом показателе шум от поездов вызывает в 3 раза меньше нарушений сна, чем шум от автомобилей. На сон влияет не только уровень шума, но и число его источников. Восприятие шума поездов зависит от общего шумового фона. Так, на заводских окраинах городов он воспринимается менее болезненно, чем в жилых кварталах. Шум от вокзалов и особенно сортировочных станций вызывает более негативные последствия, чем шум от обычного движения поездов. Шум железной дороги заглушает человеческий голос, он мешает при просмотре и прослушивании теле- и радиопередач. Как показали результаты анкетирования, шум поездов в большей степени препятствует восприятию речи, чем шум от автомобильного движения. Это объясняется, прежде всего,

продолжительностью шумового эффекта, вызываемого движением поезда. Шум может стать причиной стрессового состояния, характеризующегося повышением активности центральной и вегетативной нервной систем. О приближении пассажирского и тем более грузового поезда известно задолго до его появления – по шуму, знакомому всем перестуку колес, железному лязгу. Через города и поселки, по берегам тихих рек, заповедным местам днем и ночью идут составы. И это отнюдь не благотворно воздействует на людей, животный мир природы и даже на ее растительный наряд. Исследователями получены характеристики шумов всех категорий поездов в зависимости от скорости и интенсивности их движения, данные по шуму грузовых дворов и станций, депо, тяговых подстанций и других объектов железнодорожного транспорта.

Шум поезда складывается из шума локомотива и вагонов. При работе тепловозов наибольший шум отмечается у выпускной трубы двигателя, где уровни звукового давления достигают 100–110 дБА. Даже на расстоянии 50 м от оси крайнего пути наружный шум тепловоза составляет 83– 89 дБА. Основным источником шума вагонов являются удары колес на стыках и неровностях рельсов, а также трение поверхности катания и гребня колеса о головку рельса. Качение колес по сварному рельсу без выбоин и волнообразного износа приводит к образованию шума в широком диапазоне частот. При этом уровни и частотный спектр шума зависят от состояния рельсового пути и колес, а также от возбуждаемых в них колебаний. Дефекты поверхности рельсов вызывают вибрации и удары, снижают устойчивость рельсов и верхнего строения пути в целом, приводят к износу подвижного состава и повышению уровня шума на величину до 15 дБА. Стыки рельсов вызывают ударный шум с повышением его уровня до 10 дБА. К таким же результатам приводят различные неровности, выбоины и нарушения кривизны поверхности катания и гребня колес. При движении в кривых малого радиуса иногда возникают скрежущие шумы. Такие же шумы наблюдаются и при пользовании дисковыми тормозами. Существенное



значение имеют шумы, вызываемые работой двигателей локомотивов. Шум, создаваемый электровозом, обычно не превышает уровень шума, производимого вагонами. Наиболее шумящими агрегатами являются вентиляторы. Тепловозы, двигатели которых оборудованы глушителями на впускных и выпускных трубопроводах и звукоизолирующими покрытиями, не вызывают значительных шумов. Шумы возникают также от ударов в ходовых частях, от дребезжания тормозных тяг, колодок, автосцепки и др. При движении поезда со скоростью 70–80 км/ч по рельсам, уложенным на деревянных шпалах, звуковое давление у колес составляет 125–130 дБ, а по рельсам, лежащим на железобетонных шпалах, - всего на 1–2 дБ больше. В зависимости от скорости движения шум возрастает в среднем для пассажирских поездов на 0,37 дБ, для грузовых на 0,3 дБ и для локомотивов на 0,23 дБ при увеличении скорости на 1 км/ч. Уровни звука от пассажирских, грузовых и электропоездов при скорости движения 50–60 км/ч составляют 90–92 дБА. Высокий уровень и среднечастотный характер колесного шума поезда по санитарной оценке весьма неблагоприятны и требуют эффективных мер его снижения. Однако применяемые на практике методы и приемы пока не дают заметного эффекта. Так, общее снижение шума в результате укладки бесстыкового пути и установки резиновых прокладок между рельсами и шпалами составляет всего 6–12 дБА. В то же время волновой износ рельсов повышает шум на 20 дБА. Резиновые прокладки в колесах на железнодорожном транспорте не применяются.

Вывод: при проведении аварийно – спасательных работ на спасателей действуют вредные, опасные и химические факторы (повышенный уровень шума и вибрации, напряженность трудового процесса, движущийся подвижной состав, электроопасность, разлив АХОВ). Для того что бы минимизировать или полностью исключить воздействие перечисленных факторов необходимо:

- использовать при работе средства индивидуальной защиты;
- соблюдать режим труда и отдыха;

- соблюдать правила техники безопасности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе данной работы был проведен анализ литературных источников с целью выявления состояния безопасности на железной дороге в России. Показано, что одним из наиболее частых ЧС на ЖД являются пожары.

При анализе статистических данных было выявлено, что большая часть возгораний происходит непосредственно на локомотивах. В связи с вышесказанным, была предложена вероятностная схема развития пожаров на электровозах, в которой было показано, что к ЧС могут привести возгорание электропроводок и кабелей, электрических двигателей, осветительных установок, возгорание в распределительных устройствах, электрических аппаратах и возгорание от электронагревательных приборов.

Для выявления наиболее вероятных причин возгораний электровозов были составлены опросные листы для экспертов. Опросный лист содержал в себе 15 событий и факторов, приводящих к возникновению возгорания на электровозе. Полученные в ходе опроса экспертов данные были проверены на согласованность. Показано, что мнения экспертов являются согласованными. В результате опроса были выявлены наиболее вероятные события, приводящие к возникновению возгорания на электровозе: старение обмоток, внутренний перегрев, воздействие повышенной влажности, загрязнение ротора, внешний перегрев, механический износ подшипников и загрязнение вентиляционных проходов.

Основываясь на выявленных наиболее вероятных событиях, приводящих к возникновению возгорания на электровозе, были предложены рекомендации по снижению вероятности реализации возгораний.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был сформирован календарный график проведения исследования, были рассчитаны заработные платы научного руководителя и

студента, а также был подсчитан бюджет научной работы, который составил 53455,45 рубля.

В разделе «Социальная ответственность» была рассмотрена рабочая зона персонала, занятого в проведении аварийно-спасательных работ при возникновении пожаров, а также влияние рассматриваемого предприятия на окружающую среду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rzd.ru/>, свободный, – Заглавие с экрана.
2. ОАО РЖД сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628), свободный, – Заглавие с экрана.
3. Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации № 43, от 23.11.2015 г. Москва – 2015.
4. Свердловская железная дорога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svzd.rzd.ru/>, свободный, – Заглавие с экрана.
5. Свердловская железная дорога. О дороге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://svzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=4112](http://svzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=4112), свободный, – Заглавие с экрана.
6. Свердловская железная дорога. Пассажирам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://svzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=5](http://svzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5), свободный, – Заглавие с экрана.
7. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 28.05.2017) «О пожарной безопасности».
8. Федеральный закон от 10.01.2003 N 17-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 14.08.2018).
9. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 29 июля 2017 года) (редакция, действующая с 31 июля 2018 года).
10. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
11. Д.В. Коробейников, С.В. Метлушин Особенности чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте: учеб. метод. пособие / сост.

- Д.В. Коробейников, С.В. Метлушин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2015. 72 с.
12. Глазунов Ю. Н., Котляревский В. А. Аварии и катастрофы: Предупреждение и ликвидация последствий: Кн. 4: Учебное пособие. Под ред. Котляревского В.А., Забегаева А.В. – М.: Ассоциация строительных вузов, издательство, 1998 г. – 208 с.
13. Пожарная безопасность электроустановок на железнодорожном транспорте: Учебное пособие / Пономарев В.М., Жуков В. И., Навценя В.Ю., Федосов В.Д., Стручалин В.Г. – М.: РУТ (МИИТ), 2017. – 220 с.
14. Приказ Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации от 12 апреля 2006 года N 78 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов».
15. Методы анализа риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/86938/>, свободный, – Заглавие с экрана.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
17. Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 N 162 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
18. Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

- 19.ГОСТ Р 22.9.02-95 «Режимы деятельности спасателей, использующих СИЗ при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 20.ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 21.СН 3223-85 Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 22.ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 23.СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 24.СП 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
- 25.ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

## Приложение А

(обязательное)

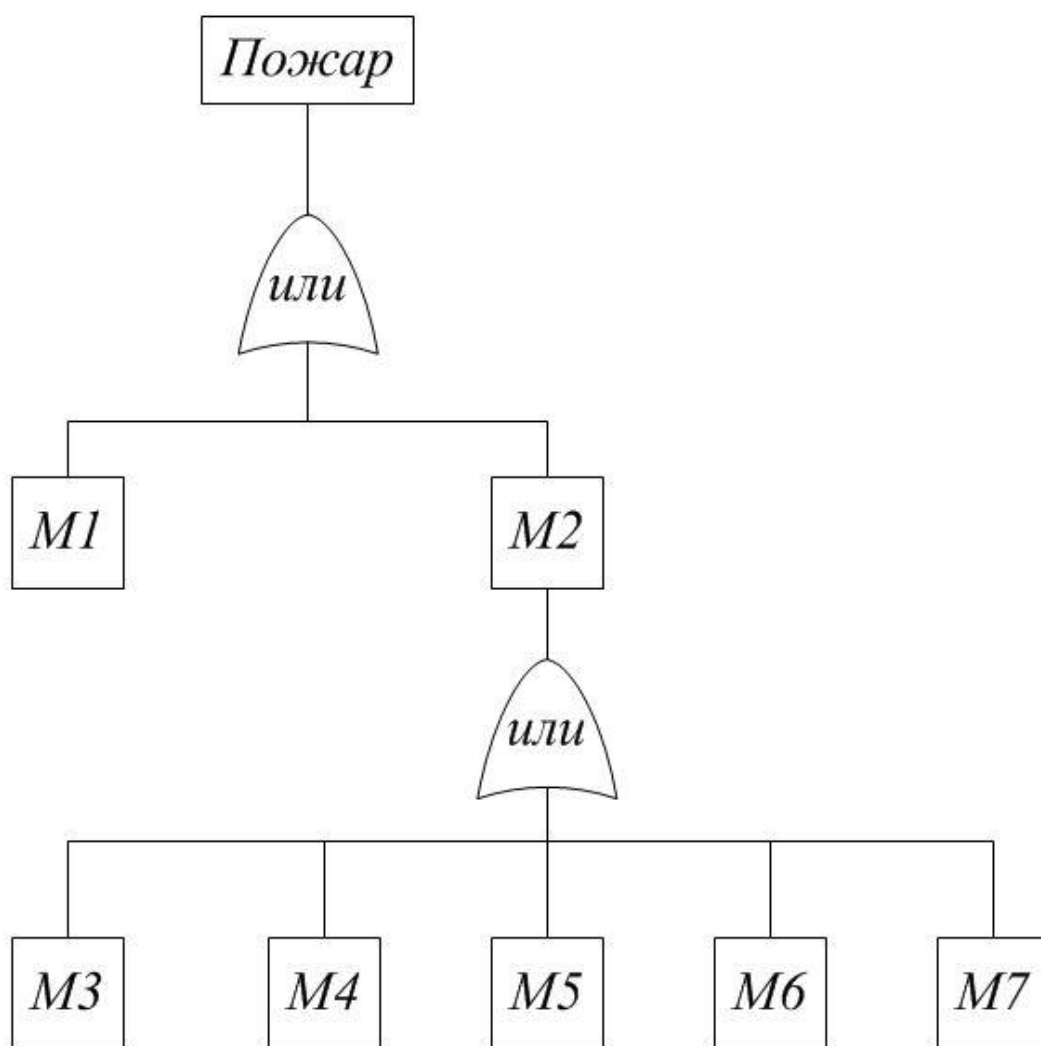


Рисунок 6 – Дерево причин возникновения пожара на электровазе



## Приложение Б

(обязательное)

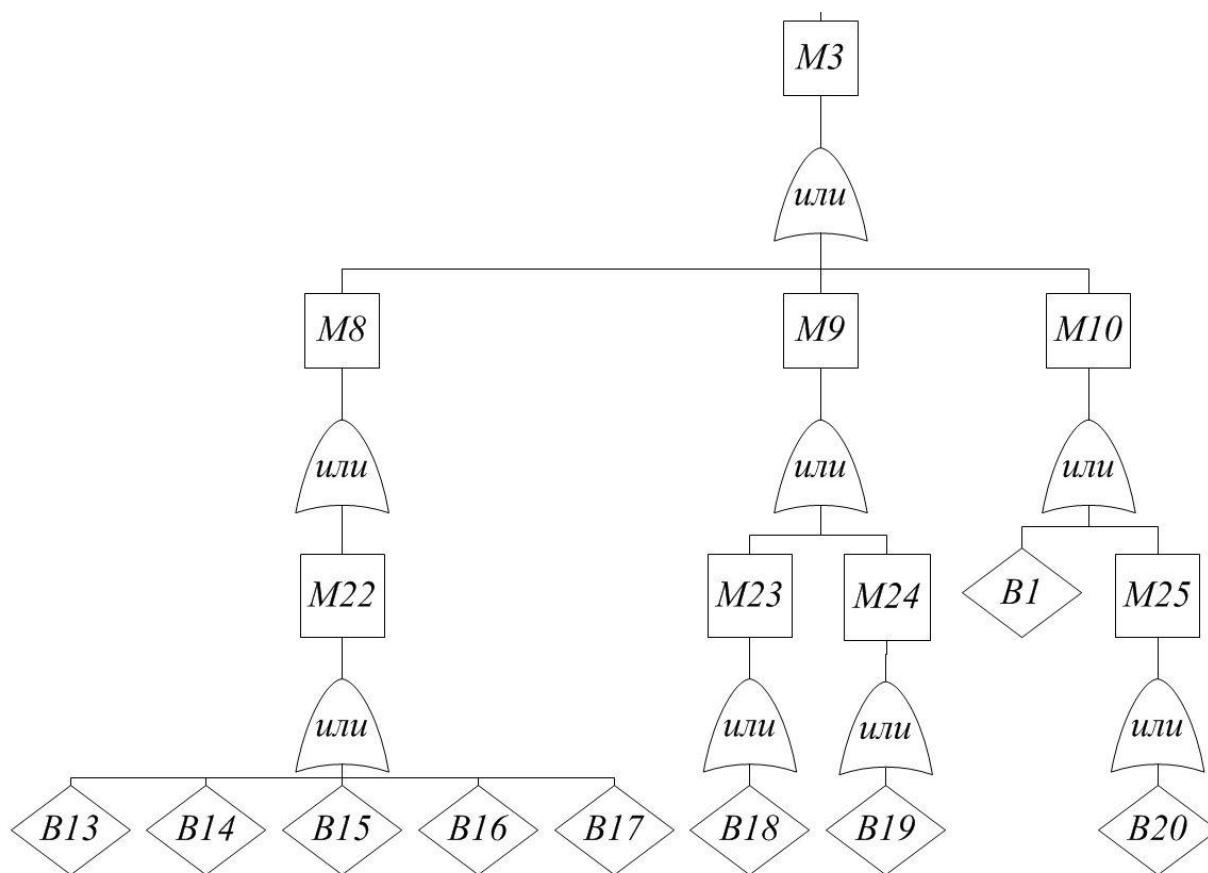


Рисунок 7 – Дерево причин возникновения пожара в результате загорания электропроводок и кабелей

## Приложение В

(обязательное)

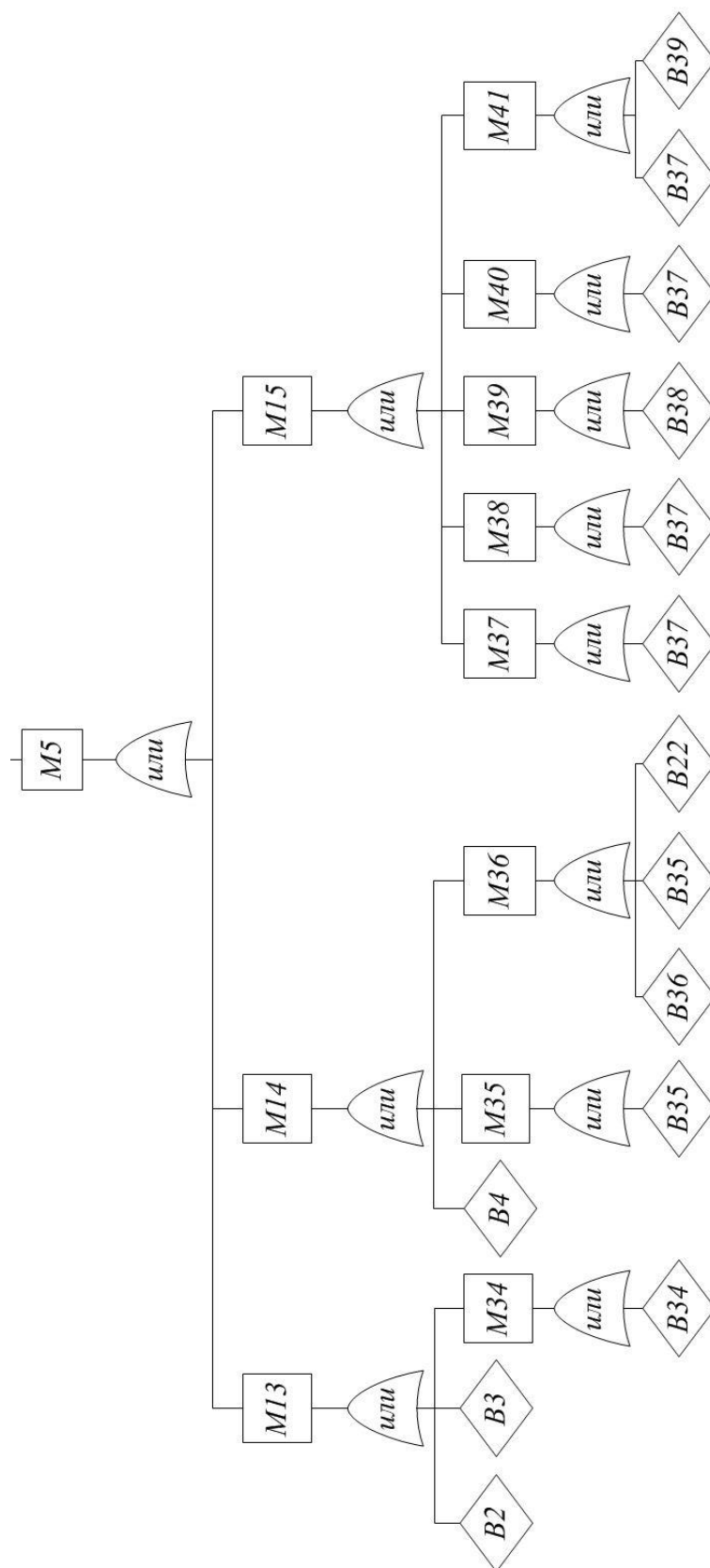


Рисунок 8 – Дерево причин возникновения пожара в результате загорания осветительных установок

## Приложение Г

(обязательное)

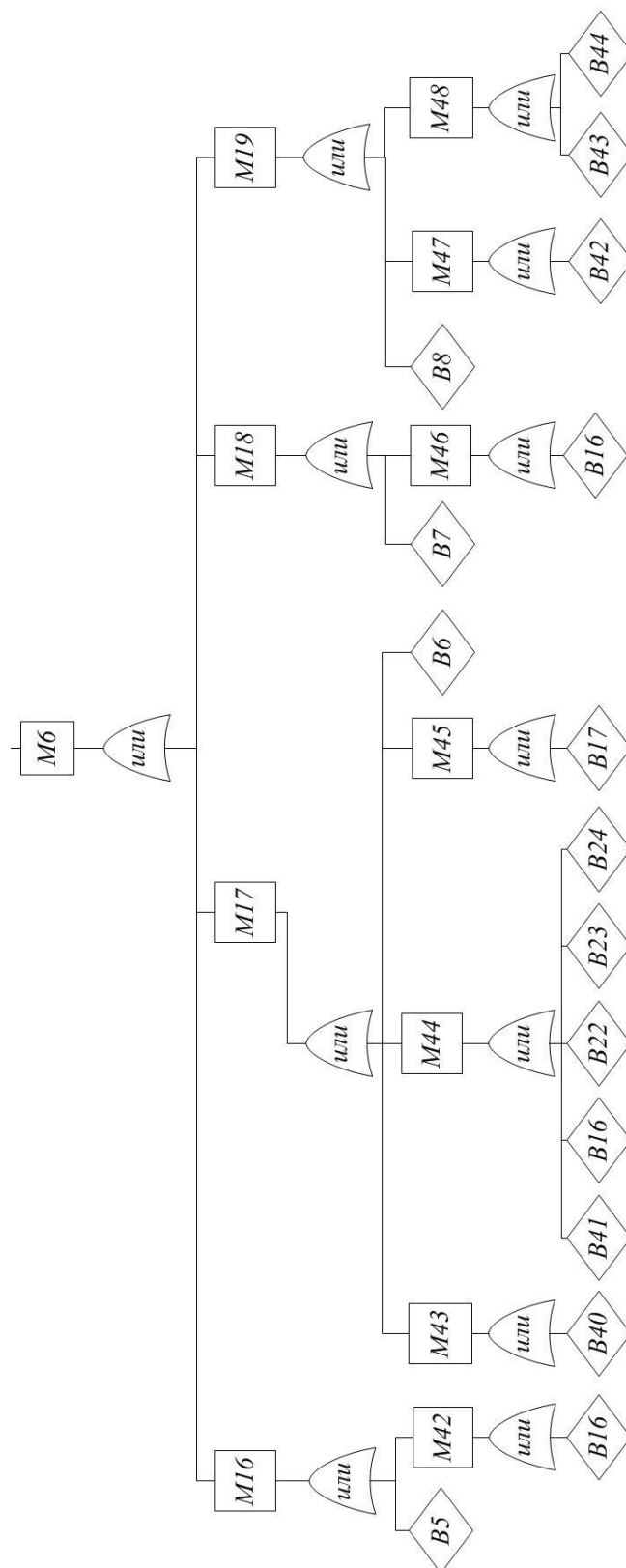


Рисунок 9 – Дерево причин возникновения пожара в результате загорания в распределительных устройствах, электрических аппаратах

## Приложение Д

(обязательное)

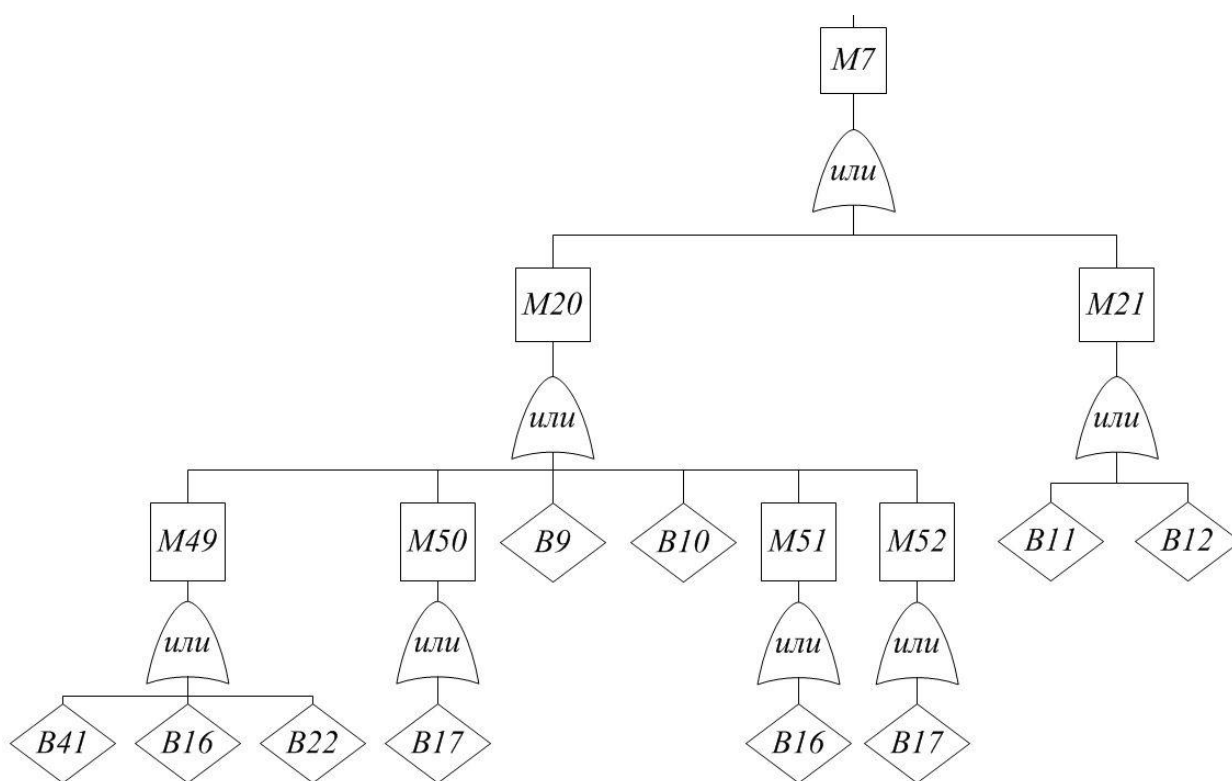


Рисунок 10 – Дерево причин возникновения пожара в результате загорания от электронагревательных приборов

## Приложение Е

(обязательное)

### Опросный лист

Вам будет предложен опросный лист, к которому приложена таблица и дана шкала. Вам необходимо ознакомиться с ситуацией, и присвоить вероятность к предложенным событиям, данные занести в имеющиеся таблицы. При оценивании Вам необходимо основываться на своих знаниях и опыте.

*Описание ситуации:* На участке Свердловской железной дороги загорелся электровоз, осуществляющий перевозку 60 грузовых вагонов. Спасатели в течение часа ликвидировали пожар, причиной которому послужило возгорание электродвигателя. К счастью, никто не пострадал.

Перед Вами опросный лист №1. Вам необходимо определить вероятность наступления события по пятибалльной шкале, где:

- 1 балл – почти невозможно (вероятность наступления до  $10^{-6}$ );
- 2 балла – очень редко (вероятность наступления  $10^{-6} - 10^{-5}$ );
- 3 балла – редко (вероятность наступления  $10^{-5} - 10^{-4}$ );
- 4 балла – возможно (вероятность наступления  $10^{-3} - 10^{-2}$ ); порядок потеряли
- 5 балла – почти наверняка (вероятность наступления  $10^{-1} - 1$ ).

Таблица 22 – Факторы и события, приводящие к возгоранию в электродвигателе

№	Факторы/события	Балл
1	Возгорание по причине старения обмоток	
2	Возгорание по причине воздействия повышенной влаги	
3	Возгорание по причине воздействия агрессивной среды	
4	Возгорание по причине воздействия вибраций	
5	Возгорание по причине воздействия встряски	
6	Возгорание по причине внешнего перегрева	
7	Возгорание по причине внутреннего перегрева	
8	Возгорание по причине превышения допустимой тяги	
9	Возгорание по причине отказа работы (износа) элементов цепей одной из фаз	
10	Возгорание по причине превышения допустимого разброса стабилизации напряжения	
11	Возгорание по причине механического износа подшипников	

<b>12</b>	Возгорание по причине загрязнения ротора	
<b>13</b>	Возгорание по причине отсутствия смазки	
<b>14</b>	Возгорание по причине загрязнения вентиляционных проходов	
<b>15</b>	Возгорание по причине неправильной работы запуска двигателя	