

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

На правах рукописи

Ташкинова Мария Михайловна

УДК629.45

Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе  
снижения влияния человеческого фактора

Направленность подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

Диссертация на соискание академической  
степени магистра

Научный руководитель  
Профессор, к.т.н. Попова Н.П.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет управления процессами перевозок

Кафедра «Техносферная безопасность»

Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

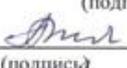
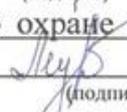
Допускается к защите  
Зав. кафедрой  
доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.  
«20» июня 2019 г.

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Повышение безопасности труда на железнодорожном  
транспорте на основе снижения влияния человеческого  
фактора»

20.04.01.13.ВКР.ТБМ217.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал: магистр	ТБМ-217		18.06.19	Ташкинова М.М.
(студент)	(группа)	(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Руководитель: к.т.н., профессор			14.06.19	Попова Н.П.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Н. контролер: ст. преподаватель			20.06.19	Сафронова Е.Б.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Рецензент: ведущий специалист по охране труда Свердловской дистанции гражданских сооружений			18.06.19	Леушина Ю.Л.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)

Екатеринбург

2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет управления процессами перевозок

Кафедра «Техносферная безопасность»

Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.

«20» сентя 2019 г.

**Задание**

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Ташкиновой Марии Михайловне

(Фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР: Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019 г. №653-со «О темах дипломных проектов и руководителей дипломного проектирования»

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта 20.06.2019г

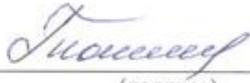
3. Исходные данные к проекту Нормативно-правовая база, справочная литература, материалы практики

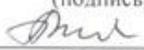
4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) современное состояние проблемы обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте; концепция «VIZION ZERO»; рассмотрение разработанной модели и метода оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов; снижение роли человеческого фактора в

производственном травматизме на основе управления профессиональными рисками

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
1	<i>Сбор материала</i>	<i>К 20 февраля 2019 г.</i>	<i>15%</i>
2	<i>Введение</i>	<i>к 15 апреля 2019 г.</i>	<i>10 %</i>
3	<i>Современное состояние проблемы обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте</i>	<i>к 29 апреля 2019 г.</i>	<i>15 %</i>
3.	<i>Концепция «VIZION ZERO»</i>	<i>к 10 мая 2019 г.</i>	<i>15 %</i>
4.	<i>Рассмотрение разработанной модели и метода оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов</i>	<i>к 30 мая 2019 г.</i>	<i>20%</i>
5.	<i>Снижение роли человеческого фактора в производственном травматизме на основе управления профессиональными рисками</i>	<i>к 06 июня 2019 г.</i>	<i>15%</i>
7.	<i>Оформление пояснительной записки</i>	<i>к 15 июня 2019 г.</i>	<i>10%</i>

Обучающийся   
(подпись)

Руководитель   
(подпись)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

**ОТЗЫВ**

о выпускной квалификационной работе «Повышение безопасности труда на  
железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора»  
обучающейся Ташкиновой Марии Михайловны,  
гр.ТБм-217 факультета управления процессами перевозок (ФУПП)

(наименование)

Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

(код, наименование)

**Степень творчества:** Обучающаяся при изучении поставленной проблемы подошла к её решению с большим интересом.

Автор ВКР рассмотрела современное состояние проблемы обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте, изучила методы анализа и оценки влияния человеческого фактора, предложила решения по управлению человеческим фактором для повышения безопасности труда, предприняла попытку обоснования решений по идентификации и оценке рисков на этапах проектирования и реализации технологических процессов в целях снижения роли человеческого фактора. Также предприняла попытку разработки метода, позволяющего сформировать профили травмоопасных профессий работников железнодорожного транспорта с целью получения количественной оценки степени соответствия профиля работника профилю профессии.

**Степень самостоятельности:** Выполненная ВКР в большей степени подготовлена обучающейся самостоятельно, за консультациями Ташкинова М. М. практически не обращалась.

**Работоспособность, прилежание, ритмичность:** В процессе подготовки и написания ВКР обучающаяся работала не совсем ритмично, однако ВКР выполнена в установленный календарным учебным графиком срок. Работоспособность автора ВКР достаточно высокая: в ВКР представлены достаточные теоретические и научные изыскания, проведён анализ научной и нормативной базы по вопросам обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте.

**Возможность использования результатов выпускной квалификационной работы:** ВКР содержит элементы НИР, результаты работы можно рекомендовать к опубликованию.

**ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выпускная квалификационная работа выполнена на актуальную тему, имеет теоретическую и практическую значимость, соответствует требованиям, предъявляемым к подобного рода работам, аккуратно в соответствии с требованиями УрГУПС оформлена.

Выполненная ВКР, при соответствующей защите, заслуживает оценки «отлично», а ее автор Ташкинова М. М. - присвоения квалификации «Магистр» по направлению подготовки «Техносферная безопасность».

Руководитель Попова Нина Павловна

к.т.н., с.н.с., профессор кафедры «Техносферная безопасность»  Попова Н.П.

17.06.2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский Государственный Университет Путей Сообщения»  
(ФГБОУ ВО УРГУПС)

**РЕЦЕНЗИЯ**

на выпускную квалификационную работу

Студента Ташикновой Марии Михайловны

Тема ВКР **Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора**

*1. Соответствие содержания пояснительной записки теме ВКР*

Содержание пояснительной записки соответствует теме ВКР

*2. Актуальность.*

Тема выпускной квалификационной работы актуальна, проблема влияния человеческого фактора на безопасность труда остаётся актуальной, поскольку на железнодорожном транспорте не сформировано системы, позволяющей управлять человеческим фактором, в целях его снижения

*3. Общая грамотность и качество оформления записки*

Пояснительная записка изложена грамотно с соблюдением всех предъявляемых к ней требований

*4. Недостатки ВКР*

При написании выпускной квалификационной работы недостаточно произведён расчёт оценки профессиональных рисков на основе анализа производственного травматизма

*5. Общая оценка работы.*

Выполненная автором выпускная квалификационная работа указывает на хорошую инженерную подготовку. При соответствующей защите рекомендуемая оценка – отлично, а студент Ташикина М.М. заслуживает присвоения степени «магистр».

*Сведения о рецензенте :*

ФИО: Леушина Юлия Леонидовна

Должность: Ведущий специалист по охране труда

Место работы: Свердловская дистанция гражданских сооружений – СП

Свердловской дирекции по эксплуатации зданий и сооружений – СП

Свердловской железной дороги – филиала ОАО «РЖД»

Подпись:



*Леушина*

Дата:

*18.06.2019*

## РЕФЕРАТ

В данной выпускной квалификационной работе всего: 86 страниц, 19 рисунков, 5 таблиц, 45 использованных источников.

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, ОЦЕНКА РИСКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ, БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА, КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА, КОНЦЕПЦИЯ «VIZION ZERO»

Целью данной работы является разработка теоретических, методических основ и предложение решений по управлению человеческим фактором для повышения безопасности труда на железнодорожном транспорте.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены модели и методы оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов. Рассмотрен метод, позволяющий количественно оценить степень соответствия профиля работника профилю его профессии для дальнейшего формирования корректирующих действий, обеспечивающих снижение роли человеческого фактора в производственной деятельности.

Разработана методика определения профилей профессий и оценки соответствия профилей работников профилям их профессий.

				20.04.01.13.ВКР.ТБм217.01.ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.		Ташкинова М.М.		18.06.19	Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Попова Н.П.		17.06.19		2	80	
Реценз						УрГУПС, ФУПП Кафедра ТБ		
Н. Контр.		Сафронова Е.Б.		18.06.19				
Утверд.		Гаврилин И.И.		18.06.19				

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ .....	9
1.1. Анализ состояния проблемы обеспечения безопасности труда на сети железных дорог.....	9
1.2. История развития исследований, связанных с человеческим факторов в России.....	20
1.3. Выводы по главе.....	26
2 КОНЦЕПЦИЯ «VIZION ZERO» .....	28
3 РАССМОТРЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	32
3.1 Выбор и обоснование метода моделирования оценки влияния человека на функционирование человеко-машинной системы.....	32
3.2 Математическая модель оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов .....	48
3.3. Метод количественной оценки степени соответствия профиля работника профилю профессии.....	53
3.4 Методика определения профиля профессии и оценки соответствия профиля работника профилю профессии .....	54
3.5. Выводы по главе.....	56

4СНИЖЕНИЕ РОЛИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ТРАВМАТИЗМЕ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ .....	57
4.1. Оценка профессиональных рисков на основе анализа производственного травматизма .....	57
4.2 Расчет оценки профессиональных рисков на основе анализа производственного травматизма .....	65
4.3 .....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	71
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	72

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- ДИ – Дирекция инфраструктуры
- П – Служба пути
- В – Служба вагонного хозяйства
- СЦБ – Дирекция сигнализации, централизации и блокировки
- ДПМ – Дирекция по эксплуатации и ремонту путевых машин
- НТЭ – Служба энергообеспечения
- Д – Дирекция управления движением
- Т – Дирекция тяги
- ТР – Дирекция по ремонту подвижного состава
- ДРП – Дирекция по ремонту пути
- ЕИВЦ – Екатеринбургский информационно-вычислительный центр
- ДМТО – Дирекция материально-технического обеспечения
- НС – Служба связи
- ДТВ – Дирекция по тепловодоснабжению
- РДЖВ – Региональная дирекция железнодорожных вокзалов
- ДМВ – Дирекция моторо-вагонного подвижного состава
- ДПО – Дирекция пассажирских обустройств
- ДМ - Дирекция по управлению терминально-складским комплексом
- ДЭЗ – Дирекция по эксплуатации зданий и сооружений
- ДАВС – Дирекция аварийно-восстановительных средств
- АХЦ – Административно-Хозяйственный Центр
- ДСС – Дирекция социальной сферы
- ОАО «РЖД» - Открытое Акционерное Общество «Российские железные дороги»
- КСОТ-П – Комплексная система состояния охраны труда
- Роспрофжел - Российский профессиональный союз железнодорожников и транспортных строителей
- ЦИТ – Центральный институт труда

ВНИИТЭ – Всероссийский научно-исследовательский институт  
технической эстетики

СЧМ – Система «Человек-машина-среда»

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время железнодорожный транспорт относится к числу отраслей народного хозяйства, где повышение безопасности труда является одной из главных задач.

Анализ производственного травматизма показывает, что основной их причиной являются ошибочные действия человека. В системе «человек – техническая система – производственная среда» человек является самым «слабым звеном», определяя надёжность и безопасность функционирования системы в целом.

За нарушение требований нормативных документов, в особенности в случаях, приведших к несчастным случаям с человеческими жертвами, законодательством предусмотрены соответствующие серьёзные наказания, вплоть до уголовной ответственности.

Исходя из этого, важной задачей в оценке роли человеческого фактора является не только поиск и наказание виновных, но и глубокий анализ причин их ошибочных действий для эффективного управления человеческими ресурсами и совершенствования технологических процессов на железнодорожном транспорте с целью уменьшения влияния человеческого фактора, что, в конечном итоге, позволит снизить риски экономического ущерба, существенно повлияв как на частоту травмирования работников, так и на безопасность перевозочного процесса в целом.

Проблема влияния человеческого фактора на безопасность труда остаётся актуальной, поскольку на железнодорожном транспорте не сформировано системы, позволяющей управлять человеческим фактором, в целях его снижения.

Целью данной работы является разработка теоретических, методических основ и предложение решений по управлению человеческим

фактором для повышения безопасности труда на железнодорожном транспорте.

Объектом исследования является безопасность труда в производственных процессах железнодорожного транспорта.

Предметом исследования являются методы анализа и оценки влияния человеческого фактора, методы снижения его влияния реализации технологических процессов на железнодорожном транспорте.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния проблем обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте.

2. Определить подход и разработать модель оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов.

3. Разработать и обосновать решения по идентификации и оценке рисков на этапах проектирования и реализации технологических процессов в целях снижения роли человеческого фактора.

4. Разработать и обосновать эффективность использования системы управления профессиональными рисками в целях повышения безопасности труда и снижения влияния человеческого фактора.

5. Предложить практические решения по применению представленных разработок на железнодорожном транспорте и оценить их эффективность.

Научная новизна работы. Произведена формализация системы «человек – техническая система – производственная среда», позволяющая применять методы моделирования для анализа влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов.

Практическая значимость:

Разработан метод, позволяющий сформировать профили травмоопасных профессий работников железнодорожного транспорта с

целью получения количественной оценки степени соответствия профиля работника профилю профессии.

Разработаны и обоснованы эффективные решения по идентификации и оценке рисков при проектировании и реализации технологических процессов, позволяющие уменьшить влияние человеческого фактора за счёт выявления высокорисковых потенциально травмоопасных операций, выполняемых работником.

Предложены и обоснованы новая модель оценки и методы управления профессиональными рисками, которые обеспечивают адресное формирование корректирующих мероприятий, направленных на минимизацию наиболее значимых рисков травмирования персонала.

Разработана и обоснована методика анализа и оценки профессиональных рисков и технология практического использования системы управления профессиональными рисками.

Методология и методы исследования. Методы исследования основаны на системном анализе производственных процессов, положениях теории вероятностей и математической статистики, методологии когнитивного моделирования и квалиметрического анализа, методах оценки и анализа рисков, методов экспертной оценки и принятия решений.

# **1 Современное состояние проблемы обеспечения безопасности производственной деятельности на железнодорожном транспорте**

## **1.1 Анализ состояния проблемы обеспечения безопасности труда на сети железных дорог**

Безопасность труда считается одним из важных условий производственной деятельности на железнодорожном транспорте.

В 2008 году решением открытого акционерного общества «Российские железные дороги» одобрена Политика компании в области охраны труда, защиты окружающей среды и промышленной безопасности. Политика определила ряд задач, направленных на улучшение условий и охраны труда, повышение эффективности планирования и реализации программ в области охраны труда, снижение профессиональных рисков. Кроме того, поставлены задачи по защите окружающей среды и повышению уровня промышленной безопасности за счёт совершенствования квалификации персонала, модернизации технологических процессов и технического оснащения в соответствии с современным уровнем развития науки и техники, повышения эффективности профилактических мер по соблюдению требований экологической и промышленной безопасности на объектах компании. Важной задачей является развитие корпоративной культуры в области безопасности производственной деятельности, ответственного отношения к окружающей среде и здоровью работников.[4]

Для решения поставленных задач принимаются следующие меры:

-реализуется комплекс профилактических мероприятий по предупреждению случаев производственного травматизма, аварий на опасных производственных объектах и минимизации их последствий;[4]

-снижается доля тяжёлого ручного труда, сокращается потребление природных ресурсов, материалов и энергии за счёт внедрения современных технологий и передовых научных разработок;[4]

-развивается международное сотрудничество и партнёрство с транспортными системами мирового сообщества в области охраны труда, экологической и промышленной безопасности;[4]

-соблюдаются требования международных соглашений, законодательства федерального и регионального уровня, отраслевых, корпоративных стандартов и нормативных требований, регламентирующих данные вопросы;[4]

-принимаются и реализуются управленческие и технологические решения, учитывающие вопросы охраны труда, защиты окружающей среды и промышленной безопасности;[4]

-проводится оценка воздействия планируемых видов хозяйственной деятельности на окружающую среду, здоровье работников и местного населения;[4]

-реализуется оценка профессиональных, промышленных и экологических рисков, осуществляется разработка и реализация мероприятий по их снижению;

-организуется вовлечение работников компании в активное участие в работе по охране труда, защите окружающей среды и обеспечению промышленной безопасности;

-по мере необходимости пересматривается и корректируется. Политика компании в области охраны труда, защиты окружающей среды и промышленной безопасности, а внесённые изменения доводятся до сведения работников, общественности, федеральных органов исполнительной власти и других заинтересованных организаций.

1.1.1. Анализ производственного травматизма на железнодорожном транспорте

В 2018 на всем полигоне ОАО «РЖД» количество производственного травматизма уменьшилось в течение 10 лет с 2008 года, в том числе и со смертельным исходом. (Рисунок 1.1)

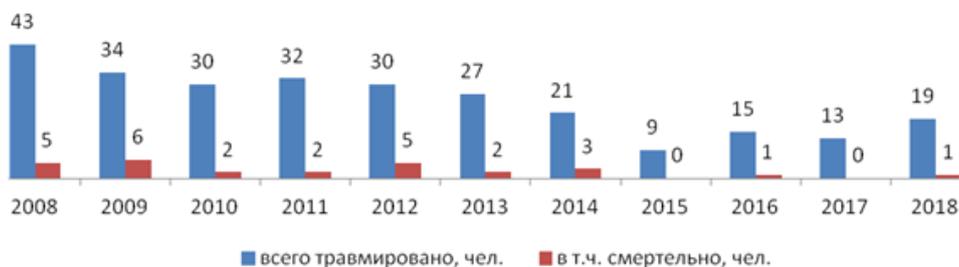


Рисунок 1.1. – Анализ случаев производственного травматизма с 2008 по 2018 гг. на Свердловской железной дороге[43]

В сравнении с другим железными дорогами, Свердловская железная дорог находится на 16 месте по числу травмированных за год. (Рисунок 1.2)

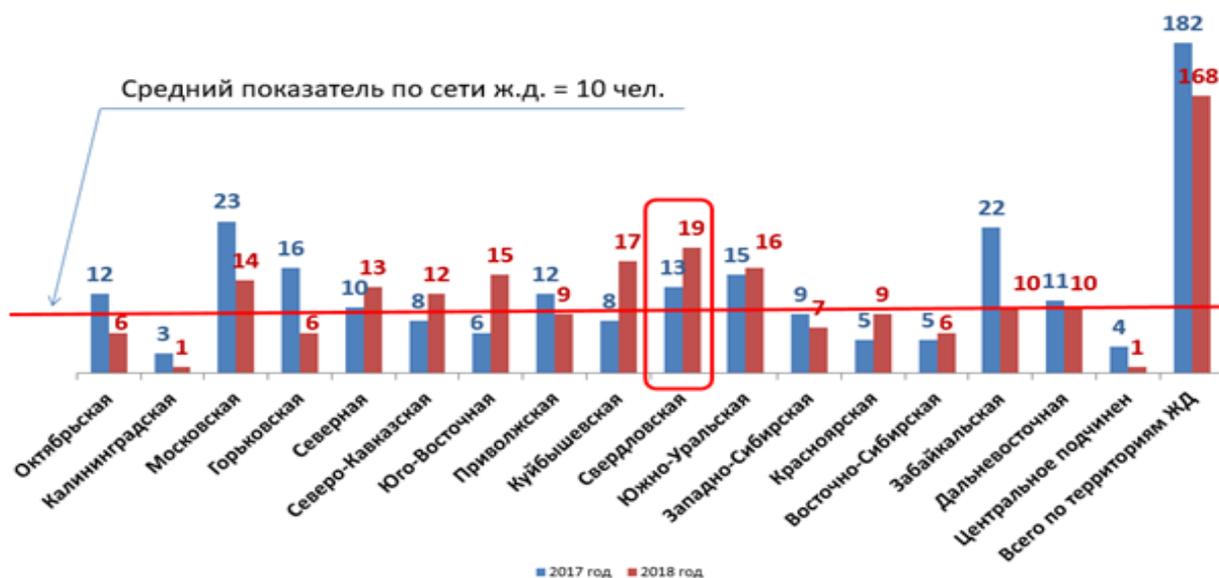


Рисунок 1.2. – Статистика производственного травматизма по сети железных дорогах за период с 2017-2018 гг.

Рост травматических случаев на Свердловской железной дороге за 12 месяцев 2018 года допущен:

- ✓ в хозяйстве электрификации и электроснабжения – с 0 до 1 случая (или на 100%);

✓ в Свердловской дирекции инфраструктуры – с 4 до 5 случаев (или на 25%), в т.ч.:

✓ по хозяйству пути Свердловской дирекции инфраструктуры – с 4 до 5 случаев (или на 25%);

✓ в Свердловской дирекции по ремонту пути – с 1 до 4 случаев (или на 75%);

✓ в Екатеринбургской дирекции связи – с 0 до 1 случая (или на 100%);

✓ в Свердловской дирекции по тепловодоснабжению – с 0 до 1 случая (или на 100%);

✓ в Региональной дирекции железнодорожных вокзалов – с 0 до 1 случая (или на 100%);

✓ в Свердловской дирекции по эксплуатации зданий и сооружений – с 0 до 1 случая (или на 100%).

✓ Коэффициент травматизма по полигону железной дороги составил 0,26.

✓ Коэффициент травматизма по структурным подразделениям в составе железной дороги (РЦКУ) составил 0,17[43]

**СПРАВКА**

**о случаях травматизма на производстве на полигоне Свердловской ж.д за 12 месяцев 2018 года.**

подразделение	2017						2018					
	всего		в том числе				всего		в том числе			
	случ	постр	см	тяж	инв	груп/ чел	случ	постр	см	тяж	инв	груп/ чел
всего по Региону	13	13	0	4	0	0	15	19	1	8	0	3\7
Дороги												
ДИ	4	4	0	1	0	0	5	7	0	3	0	1\3
По хозяйствам												
П	4	4	0	1	0	0	5	7	0	3	0	1\3
В	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
СЦБ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДПМ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
НТЭ	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Д	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Т	3	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
ТР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДРП	1	1	0	0	0	0	4	5	0	3	0	1\2
ЕИВЦ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДМТО	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
НС	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		0
ДТВ	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1\2
РДЖВ	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
ДМВ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДПО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДМ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
всего по Региональным дирекциям	12	12	0	3	0	0	14	18	1	7	0	3\7
Подразделения (дирекция, центры) в составе Свердловской ж.д.												
ДЭЗ	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
ДАВС	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
АХЦ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДСС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Аппарат управления	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего по подразделениям в составе Свердловской ж.д.	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
По регионам в гарнизях Свердловской ж.д.												
РО-1	4	4	0	0	0	0	4	4	0	1	0	0
РО-2	4	4	0	3	0	0	8	11	1	5	0	2\5
РО-3	3	3	0	1	0	0	3	4	0	2	0	1\2
РО-4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
РО-5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
итого	13	13	0	5	0	0	15	19	1	8	0	3\7

Рисунок 1.3. – Справка о случаях травматизма на производстве на полигоне Свердловской железной дороги за 2018 г.

Анализ факторов травмирования работников дирекций показал, что из 19 пострадавших, получивших травмы на производстве, 4 работника травмированы в результате несвойственного для хозяйства дирекции фактора травмирования: Екатеринбургский региональный центр связи, Свердловск-Пассажирская дистанция пути, Путевая машинная станция № 170.

Причины допущенных на производстве несчастных случаев за период с 2008 по 2018 гг.:

- неудовлетворительная организация и контроль за производством работ;
- нарушения технологического процесса;
- нарушения трудовой и производственной дисциплины;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест;
- нарушения правил дорожного движения;
- недостатки в обучении безопасным приёмам труда;
- несовершенство технологического процесса.[43]

Основное количество травмированных работников в 2018 году зафиксировано весной 10 пострадавших, в зимний сезон пострадало 5 работников, 3 работника получили травмы летом, 1 работник пострадал осенью.

Анализ по профессиям: самая травмоопасная профессия – бригадир, монтер пути – 9 пострадавших в 2018 году (4 пострадавших в 2017 году); электромонтер и электромеханик – 3 пострадавших в 2018 году (не допущено травм по этой профессии в 2017 году), помощник машиниста – 1 пострадавший (в 2017 году – 3 пострадавших), водитель автомобиля – 1 пострадавший (не допущено травм по этой профессии в 2017 году), составитель поездов – 1 пострадавший (в 2017 году – 1 пострадавший), прочие профессии – 4 пострадавших (не допущено травм по этой профессии в 2017 году).

Учитывая снижение численности работников компании к уровню прошлого года, коэффициент частоты травматизма понизился с 0,16 в 2017 году до 0,15 в 2018 году. Коэффициент частоты смертельного травматизма не изменился. Распределение коэффициента частоты производственного травматизма по функциональным филиалам ОАО «РЖД» в 2016 году представлено на рисунке 1.2.

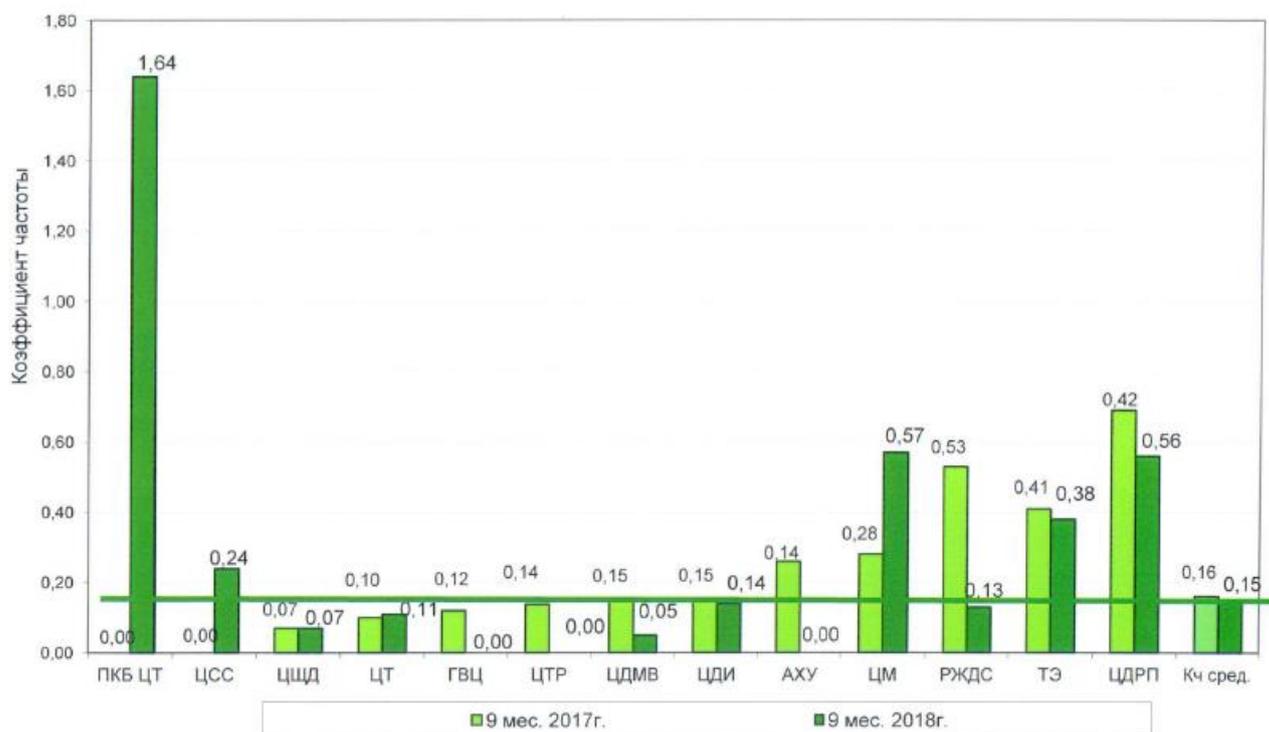


Рисунок 1.4. – Распределение коэффициентов частоты общего производственного травматизма по функциональным филиалам ОАО «РЖД» за 9 месяцев 2018 годы (в сравнении с 9 мес. 2017 и средним значением по филиалам)

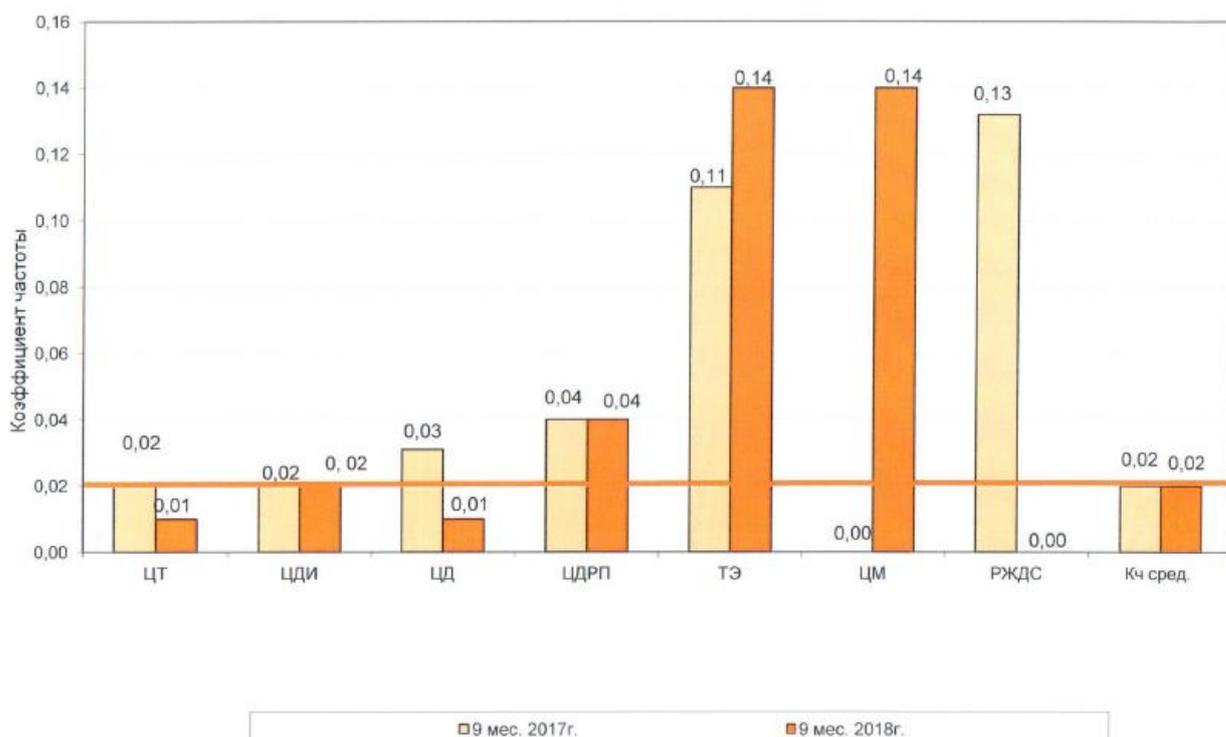


Рисунок 1.5 - Распределение коэффициента частоты производственного травматизма со смертельным исходом функциональным филиалам ОАО «РЖД» 2017 и 2018 годах

Высокий уровень травмирования работников связан с характером их деятельности. Так 23 % травмированных отсутствовал контроль со стороны ответственного за безопасное производство работ. Основными причинами являются неудовлетворительная организация работ (23%), нарушение технологического процесса (19%) [43]

Анализ травматизма со смертельным исходом показывает, что основными видами происшествий в таких случаях являются: наезд, удар, зажатие подвижным составом; поражение электротоком; дорожно-транспортные происшествия.

Так, по тяжести травмирования, каждая вторая травма при наезде подвижного состава с летальным исходом. Проведённый анализ можно обобщить, представив типичный случай травмирования работника от наезда подвижного состава. Это работник со стажем работы до 10 лет, в возрастной группе от 30 до 40 лет; случай происходит непосредственно на железнодорожных путях станций, при работах по текущему содержанию

и ремонту пути, выполнении операций по приёму или отправлению поездов, манёвровой работе, при работах, не требующих предоставления «окон», при нормальных метеоусловиях.

#### 1.1.2. Развитие системы управления охраной труда на железнодорожном транспорте

В связи с улучшение безопасности труда была внедрена Комплексная оценки состояния охраны труда на производственном объекте. В 2015 году, во исполнение решения правления ОАО «РЖД» от 17-18 декабря 2014 г. (протокол № 45) во всех структурных подразделениях функциональных филиалов внедрён новый метод визуализированного контроля «Комплексная система оценки состояния охраны труда на производственном объекте» (КСОТ-П), взамен 3-х ступенчатого контроля, дублировавшего функции руководителей различных уровней управления.

КСОТ-П – это многоуровневый контроль за состоянием охраны труда в подразделении, позволяющий сформировать у работников поведенческие навыки по выявлению факторов рисков и опасностей, которые могут привести к травме. [44]

КСОТ-П устанавливает трёхуровневую систему контроля в структурном подразделении филиала:

- ежедневно (ежесменно) – первый уровень контроля;
- ежемесячно – второй уровень;
- ежеквартально – третий уровень контроля.

Основные задачи КСОТ-П:

- вовлечение работников в процесс обеспечения безопасных условий труда;
- формирование у работников нового отношения к организации труда;
- точечное планирование финансовых средств;
- контроль за устранением несоответствий.

Основа КСОТ-П – «Визуализация» – доступный метод контроля состояния охраны труда в подразделениях ОАО «РЖД».[44]

Кроме доступности и наглядности к преимуществам КСОТ-П по отношению к трёхступенчатому контролю относится:

–возможность отразить в ведомости несоответствий выявленное замечание любым работником;

–в режиме реального времени видеть принятые меры по выявленным несоответствиям.[44]

Ответственным за организацию и проведение КСОТ-П в структурном подразделении является руководитель структурного подразделения, который применительно к местным условиям, особенностям организационной структуры, специфики и характера производства локальным организационно-распорядительным документом, в соответствии с требованиями методики, утверждённой руководителем центральной дирекции или другого филиала ОАО «РЖД»:

–определяет перечень производственных подразделений, в которых необходимо проводить КСОТ-П;

–устанавливает порядок проведения контроля и лиц, ответственных за его проведение по каждому уровню контроля.

На первом уровне контроля определяет ответственного за проведение контроля и заполнение визуализированного бланка КСОТ-П.

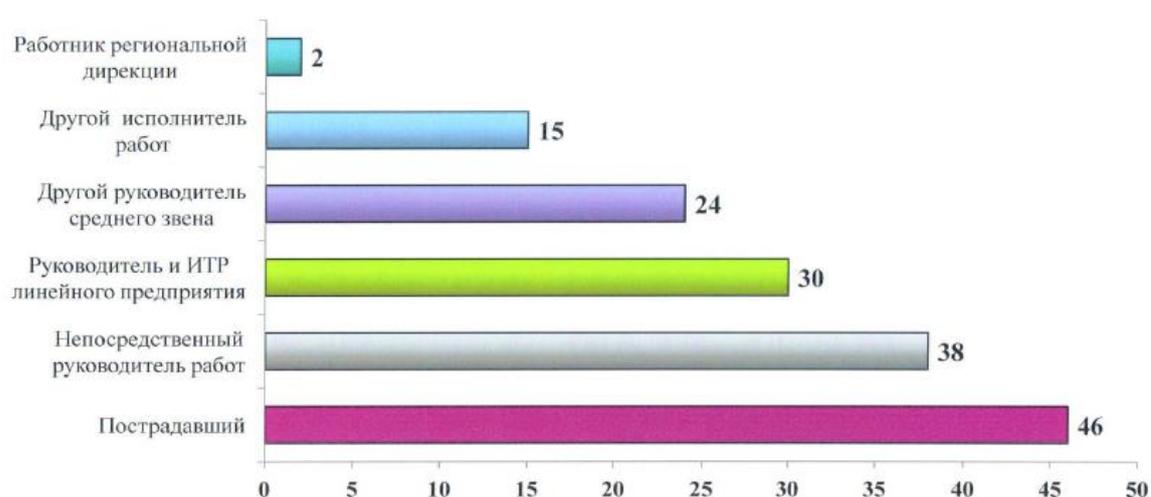


Рисунок 1.6 - Распределение причастных к возникновению травм на производстве в ОАО «РЖД» за 9 месяцев 2018 года

В целях совершенствования системы управления охраной труда и оптимизации деятельности по повышению уровня безопасности труда распоряжением ОАО «РЖД» от 10.09.2014 г. № 2119р установлен порядок введения режимов управления охраной труда в зависимости от уровня производственного травматизма. Основным режим устанавливается, когда состояние производственного травматизма относится к штатному. Остальные режимы( нештатные: умеренный, повышенный и индивидуальный) - в зависимости от состояния производственного травматизма на различных уровнях управления. Данным документом также определён перечень мероприятий по охране труда, выполняемых руководителями филиалов и их структурных подразделений в период проведения определённого режима управления охраной труда. В 2016 году разработаны и утверждены Методические рекомендации по вводу режимов управления охраной труда.

1.1.3. Основные проблемы обеспечения безопасности труда и пути их решения

На нынешнем этапе реформирования производственной деятельности ОАО «РЖД» действующая в настоящее время система управления охраной труда развивается в сторону существенного повышения своей эффективности. Основными проблемами, которые требуют своего решения, являются:

–программы и мероприятия, разрабатываемые для снижения количества несчастных случаев и их последствий, формируются:

–на основе уже свершившихся нежелательных событий; без углублённого анализа и учёта всех возможных причинноследственных связей ;

–система и технология оценки условий труда на целом ряде рабочих мест недостаточно эффективна и достоверна;

–система медико-профилактического обслуживания работников в настоящее время требует существенной модернизации.

Для решения данных проблем требуется системный анализ каждой дирекции структуры ОАО «РЖД», для прогнозирования в будущем недопущения производственного травматизма, для последующего недопущения несчастных случаев и сохранения жизни работников, улучшая рабочие места.

Для улучшения своих условий труда работникам предоставляется возможность участия в управлении охраной труда от Роспрофжела. Предложения работников по улучшению условий и охраны труда рассматривают в комитетах( комиссиях) по охране труда и учитывают в разделе « Улучшение условий и охраны труда» коллективного договора.

Для участия работников в управлении охраной труда в подразделениях ОАО «РЖД», по инициативе руководителя соответствующего подразделения (представителя работодателя) и (или) работников либо их представительного органа на паритетной основе создают комитет( комиссию) по охране труда.

Организацию работы, задачи, функции и права комитета( комиссии) устанавливают в соответствии с Типовым положением о комитете( комиссии ) по охране труда.

Профсоюзные инспекторы труда Роспрофжел и уполномоченные (доверенные) лица по охране труда в установленном порядке беспрепятственно посещают производственные подразделения ОАО «РЖД» для проведения проверок соблюдения трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, законодательства о профессиональных союзах, а также выполнения условий коллективного договора и вносят обязательные для рассмотрения должностными лицами представления и предложения о выявленных нарушениях требований охраны труда. Техническая инспекция труда Роспрофжел осуществляет свои функции в соответствии с положением.

Уполномоченные (доверенные) лица по охране труда исполняют свои функции в соответствии с Типовым положением об уполномоченном (доверенном) лице по охране труда профессионального союза и Положением

об уполномоченном( доверенном) лице по охране труда первичной профсоюзной организации ОАО «РЖД» Роспрофжел.

Руководители филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» предоставляют в установленном порядке соответствующему выборному органу Роспрофжел сведения о выполнении мероприятий по улучшению условий и охране труда и устранению причин происшедших несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

## **1.2. История развития исследований, связанных с человеческим фактором в России**

В современном мире во всех видах деятельности происходит рост автоматизированных систем для исключения участия человека в производственных процессах. Но это невозможно сделать.

Анализируя причины производственного травматизма на железнодорожном транспорте можно сделать вывод, что основной причиной данных происшествий на железнодорожном транспорте является нарушение человеком технологии производства работ. Это выражено как в непосредственном нарушении технологического процесса, так и в нарушении трудовой и производственной дисциплины, неприменении средств индивидуальной защиты, использовании неисправного оборудования, машин, механизмов и т. п. Таким образом, технология должна являться ключевым звеном модели оценки влияния человека на функционирование человеко-машинной системы с учётом взаимосвязей.

Понятие «человеческий фактор» тесно связано с понятием «эргономика», развитие которой в России началось в двадцатые годы прошлого века.[27]

В начале двадцатого века под руководством физиолога В. Бехтерева был организован Институт изучения мозга и психической деятельности. В

рамках этого заведения был создан отдел профессиональной психологии. Примерно в то же время была создана новая научная дисциплина «эргонология» для изучения трудовой деятельности человека. Начались исследования в области физиологии труда. А.А. Ухтомский создал и заведовал лабораторией, изучавшей труд на промышленных предприятиях в Петрограде, а после смерти Н. Е. Введенского принял под своё начало кафедру физиологии человека и животных Петроградского университета.

В 1921 году был создан Центральный институт труда (ЦИТ). Значительный вклад в развитие эргономики в тот период был сделан советским психофизиологом и физиологом Н.А. Бернштейном.

В 1921 году прошла Первая всероссийская конференция по научной организации труда.

Во второй половине 1930-х годов деятельность ЦИТ подверглась критике, прикладные науки о труде обвинили в идеализме и методологической нейтральности, им навешивается ярлык «буржуазных» наук. Закрываются все лаборатории по промышленной психотехнике и психофизиологии труда, в значительной степени свёртывается работа ЦИТа и местных институтов труда, а основателя и руководителя ЦИТ А.К. Гастева расстреливают за антисоветскую деятельность.[27]

В пятидесятые годы начался новый этап исследований в области психологии труда. Появляются такие понятия, как «инженерная психология» и «эргономика». Основными отраслями, где проводятся исследования в данной области, являются военная и авиакосмическая.

В 1962 году в Москве на территории ВДНХ был создан Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ) с отделом эргономики. После чего были открыты его филиалы в крупнейших городах нашей страны, причём в структуре каждого были отдел или лаборатория эргономики. С целью максимального учёта человеческих факторов в проектных разработках, эти структурные подразделения объединили в себе инженеров, программистов, врачей, антропологов,

физиологов, психологов и других специалистов, совместная деятельность которых дала возможность обеспечить дизайнеров необходимыми знаниями о возможностях и способностях человека в процессе его трудовой деятельности.[31]

Первоочередными задачами, решаемыми этими структурными подразделениями, были:

–разработка критериев оценки формы и цветовых характеристик изделий с позиций объективных возможностей человека, а также его психологии и физиологии;

–исследование проблем и возможностей визуальных коммуникаций;

–эргономическое обеспечение проектирования систем управления автоматизированными процессами и производствами.

Отдельное направление работ того времени было связано с работой антропологов. Первоначально их исследования были направлены на пропаганду и обеспечение грамотного использования антропометрических данных, информация о которых только появилась в печати. В связи с значительными методическими трудностями для грамотного использования этих данных пользователями, значительный объем работ был посвящён распространению адекватной информации об антропометрии и способах её использования в эргономике.[29]

В 1970-80-е годы как в гражданской, так и в военной отраслях исследования в области эргономики получили значительное развитие. В этот период была разработана серия эргономических стандартов по проектированию военной техники под руководством профессора Шлаена П.Я. Создан центр эргономических исследований и разработок.

Значительные исследования в области теории человеко-машинных систем в космонавтике, авиации и военно-морском флоте проведены профессором Губинским А.И. и его коллегами, профессорами Евграфовым В.Г. и Цоем Е.Б. Губинский А.И. обобщил и систематизировал такие понятия в эргономике как оператор, ошибка, надежность, эффективность и др., а

также предложил теорию для комплексного анализа человеко-машинных систем, включающую в себя анализ и оценку эффективности, качества и надежности как системы, так и оператора. Тогда же он создал обобщенный структурный метод, который является основой для проведения функционально-структурного анализа задач и расчета времени отклика оператора, вероятности его ошибки и других показателей.

В конце прошлого века экономический спад привел к остановке значительной части научно-исследовательских и прикладных работ в этой области.

Система «человек-машина-среда»( СЧМ) – система, включающая в себя человека, машину, посредством которой он осуществляет трудовую деятельность, и среду на рабочем месте.

В системе« человек-машина-среда» проявляется ряд общих закономерностей развития производительных сил, которые обусловлены наличием в них материального (прежде всего технического) и субъективного (человеческого) начал. Одна из таких закономерностей касается определяющих моментов производительности общественного труда. Производительность общественного труда на каждом уровне развития производительных сил определяется, во-первых, совершенством техники, а во-вторых, накопленным производственным опытом людей, их навыками к труду. Все это находит своё отражение в эффективности системы« человек-машина-среда».

Функционирование системы« человек-машина-среда» происходит в определённых социальных условиях. Отношения системы и социальных условий выступают как отношения содержания и формы. Социальные условия образуют историческую форму ее существования, функционирования и развития. Как и любая форма по отношению к содержанию, социальные условия не могут изменить логику развития системы – они могут лишь ускорить либо замедлить это развитие.

Человек в системе «человек-машина-среда» (в производственных системах используется термин «человек-оператор») – человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с объектом воздействия, машиной и средой на рабочем месте при использовании информационной модели и органов управления.[45]

Машина в системе «человек-машина-среда» – это совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности.

Среда в системе «человек-машина-среда» – совокупность физических, химических, биологических и психологических факторов, воздействующих на человека на его рабочем месте в ходе его деятельности.

Взаимодействие – процесс влияния тел друг на друга, наиболее общая, универсальная форма изменения их состояния. Взаимодействие определяет организацию системы, в которой оно проявляется. Во всякой целостной системе взаимодействие тел сопровождается взаимным отражением свойств. При описании человека, машины и среды в условиях их взаимодействия (в условиях системы) мы наблюдаем их взаимное влияние и взаимную перестройку, так как и человек, и машина, и среда тоже представляют собой системы, только более низкого порядка.[45]

Для большинства систем характерно наличие в них процессов передачи информации и управления. Система «человек-машина-среда» высокоорганизованная, а её управление является функцией такого рода систем. Управлению присущи сбор и обработка информации, её анализ, установление цели деятельности и выработка способа её достижения, а также контроль за деятельностью.

Информация представляет собой меру организации системы. Если в предмете происходят изменения, отражающие воздействия другого предмета, то можно сказать, что первый предмет становится носителем информации о втором предмете. Без информации невозможна обратная связь как основной элемент управления, означающий обратное воздействие управляемого

процесса на управляющий орган, будь то человек или машина. Здесь основную роль в переработке информации в рамках системы «человек-машина-среда» играет человеческий мозг, свойство которого отражать и познавать внешний мир предстаёт как звено в развитии процессов, связанных с передачей и переработкой информации.

Деятельность человека-оператора – процесс, осуществляемый оператором для достижения поставленных перед данной системой целей и состоящий из упорядоченной совокупности действий человека. Процесс деятельности протекает как ряд элементов деятельности в последовательности, соответствующей иерархии «цель – программа действий». Каждой цели соответствует программа действий более высокого порядка. Модель действия определяется как «сравнение – измерение – обратная связь».

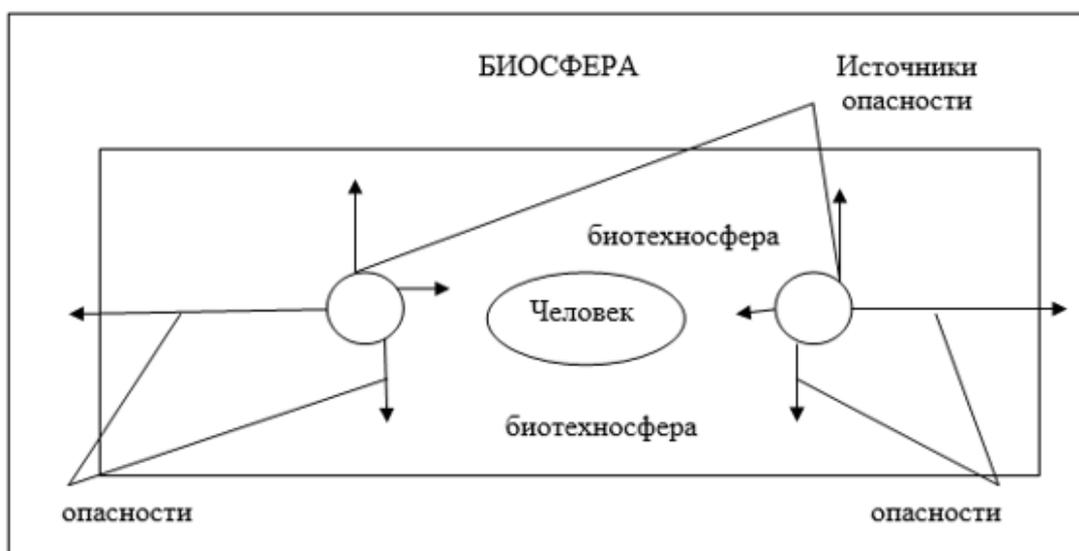


Рисунок 1.7 Схематическая модель системы «Человек – Машина – Среда обитания».

Одним из критериев безопасности жизнедеятельности является качество жизни человека. Под качеством жизни понимается качество удовлетворения материальных и культурных потребностей людей. Показатель качества жизни зависит от уровня безопасности. Общий уровень

безопасности складывается из безопасности в природной среде и биотехносфере.[27]

### **1.3. Выводы по главе**

Проведён анализ современного состояния проблемы обеспечения безопасности труда, и безопасности движения поездов, который показал большую роль человеческого фактора в причинах производственного травматизма и нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Совершенствование техники и технологий, внедрение на железнодорожном транспорте новых инструментов управления охраной труда и системы менеджмента безопасности движения снижает количество нежелательных инцидентов, но роль человеческого фактора в них остаётся высокой.

Основным резервом повышения безопасности производственной деятельности является формирование единого, системного подхода по учёту и управлению человеческим фактором на всех этапах взаимодействия работника и работодателя. Это позволит значительно снизить риски наступления нежелательных событий в области безопасности труда и безопасности движения, обеспечив положительный социально-экономический эффект.

Разработка и внедрение системы управления профессиональными рисками на современном этапе развития системы управления охраной труда позволит уменьшить уровень производственного травматизма путём формирования адресных корректирующих мероприятий, направленных на снижение роли человеческого фактора.

Изучение существующих моделей, позволяющих анализировать влияние человека на безопасность производственной деятельности, показало, что большая часть из них являются концептуальными или дают возможность оценить влияние только одной группы характеристик работника, например, профессиональных компетенций или индивидуальнопсихологических качеств, поэтому проведение исследований и разработка новых решений в этой области даст возможность повысить качество и объективность оценки и анализа влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов.

## 2 Концепция «VIZION ZERO»

В настоящее время в ОАО «РЖД» внедрена система нулевого травматизма «VISION ZERO»

2 декабря 2017 года в рамках ежегодной выставки БиОТ-2017 Россия присоединилась к международному движению Vision Zero или Нулевой Травматизм. Vision Zero в своей истории восходит к 1990-м. Началась она не с рабочих мест, а с происшествий на дороге. Первоначально задача ставилась так: свести к нулю дорожные аварии со смертельным исходом. Ряд европейских стран (например, Швеция) по-прежнему работают в рамках этой программы. Потом многие государства подумали, почему не внедрить похожую концепцию в охране труда. Среди пионеров была Финляндия. Следующей присоединилась Германия, особенно в части добывающих отраслей. Таким образом, нарисовалось новое движение – Vision Zero – как стремление к нулевому травматизму на рабочем месте [41].

Основные принципы программы Vision Zero, во-первых, превентивные меры. Анализ ситуации с несчастными случаями на рабочих местах позволяет сделать окончательное заключение: каждый несчастный случай можно было предотвратить. Цель концепции – формировать превентивные меры для предотвращения производственных травм, аварий, происшествий.

Вторая цель – для предотвращения нужен анализ деятельности человека на рабочем месте: его безопасности, состояния здоровья, его настроения.[41] Последнее – новый тренд в европейской охране труда. Состояние души, настроение отражаются на производительности и результатах работы. Анализ статистики и ситуаций с происшествиями показал, что все больше травм происходит от неправильной организации труда и состояния «ментального здоровья» человека. (Речь о внутреннем мире и психологическом дискомфорте). Этими вопросами важно управлять,

чтобы они не привели к несчастным случаям. Люди в состоянии стресса на работе более склонны попадать в аварии [41].

Vision Zero – это не цифры по снижению травматизма, которые могут или хотят принять. Vision Zero – о другом. Любой человек должен быть уверен, что каждый день сможет вернуться здоровым с работы. Это – главный принцип Vision Zero.

Чтобы сделать эту программу применимой на практике и она не осталась декларацией на бумаге, разработана специальная Vision Zero кампания по продвижению данной концепции.

С целью адаптировать принципы концепции на предприятии созданы семь золотых правил Vision Zero. Таким образом, Vision Zero из программы по снижению дорожно-транспортных происшествий превратилась в глобальную философию по предотвращению любых рисков на рабочем месте. Причём, здесь мы не столько опираемся на статистику по снижению травматизма на производстве, сколько воздействуем на сознание и умы людей, побуждая их к осознанной безопасности. Важный вопрос – повлиять на мировоззрение людей.

Существует семь золотых правил Vision Zero, которые отражают базовые принципы управления охраной труда и безопасностью на рабочем месте, которые осознает каждый, кто работал над снижением производственных рисков. [41]

Правило № 1 – Стать лидером – показать приверженность принципам (Приверженность руководства.)

Эта рекомендация устанавливает ответственность руководства за безопасность своих предприятий.

Руководитель должен:

1. Подавать личный пример.
2. Сделать безопасность приоритетом.
3. Поощрять безопасное поведение.

Правило № 2 – Выявлять угрозы – контролировать риски (Оценка опасностей и рисков)

Идентифицируйте опасности и риски, связанные производственной деятельностью. Все инциденты должны регистрироваться, и их причины должны анализироваться, даже если они не закончились временной утратой трудоспособности работника.

Правило № 3 – Определять цели – разрабатывать программы. (Установление целей и задач в области безопасности)

- разъяснение цели и задачи среди сотрудников организации;
- распространение своей цели на подрядчиков;
- установление регулярного мониторинга показателей безопасности и здоровья работника;
- присечение( наказание) небезопасного поведения;
- поощрение соблюдения правил.

Правило № 4 – Создать систему безопасности и гигиены труда – достичь высокого уровня организации.(Внедрение системы управления безопасностью и здоровьем на рабочих местах).

- обеспечение необходимых концепций и знаний персонала для безопасной работы;
- четкое распределение обязанностей и ответственности;
- установление обязанностей и ответственности;
- ресурсы для необходимого консультирования внешними экспертами.

Правило № 5 – Обеспечивать безопасность и гигиену на рабочих местах, при работе со станками и оборудованием (При использовании оборудования и материалов всегда рассматривайте их с точки зрения безопасности и здоровья работников)

Безопасная эксплуатация оборудования:

- своевременное техническое обслуживание в соответствии с эксплуатационной документацией;

–использование технологий, защищающих работников от воздействия шума, пыли, вибрации и чрезмерного переутомления.

Правило №6 – Повышать квалификацию – развивать профессиональные навыки (Развивайте необходимый уровень компетенции работников)

В первую очередь для компании это означает, что ее сотрудники систематически проходят повышение квалификации, а также то, что существуют четкие требования к компетенции, теоретическим знаниям и навыкам работников, необходимым для обеспечения безопасного производства работ, которые должны постоянно совершенствоваться.

Правило №7 – Инвестировать в кадры – мотивировать посредством участия (вовлечение работников в обеспечение и повышение безопасности)

Изменить отношение работников к безопасности с пассивного на активное. Делегируйте ответственность конкретным лицам. Вопросы к сотрудникам об улучшении в области безопасности и наблюдения с точки их зрения возможных рисков, связанных с выполняемой ими работой.[41]

Таким образом, системный подход к управлению охраной труда определяет совокупность производственных процессов, их связи, взаимодействия, а также выявляет процессы, которые приводят к желаемым результатам с минимальными издержками. Во – первых, большой эффект в улучшении условий труда даёт внедрение системы менеджмента безопасности и охраны труда. Во – вторых, внедрение системы «нулевого травматизма» в компании, который основан на наблюдении за действиями работника во время выполнения заданий на его рабочем месте или участке. В – третьих, при наличии разных степеней опасности и вредности в компании, необходимы технические решения по снижению уровня производственных факторов, обеспечению условий безопасности труда. Инновационный подход в управлении охраной труда, способствует снижению риска производственного травматизма, созданию комфортных условий труда для

каждого работника компании, повышается результативность и эффективность деятельности организации.

### **3 Рассмотрение разработанной модели и метода оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов**

#### **3.1 Выбор и обоснование метода моделирования оценки влияния человека на функционирование человеко-машинной системы**

В конце первой главы представлены основные направления развития исследований в области влияния человека на функционирование человеко-машинных систем и безопасность производственной деятельности. Обобщая эти направления, можно выделить три основных подхода к проведению анализа причин ошибочных действий человека: монографический, статистический и моделирование.

##### **3.1.1. Монографический метод анализа причин ошибочных действий человека**

Клинический, или монографический анализ заключается в разностороннем изучении всех внутренних и внешних факторов, которые могли отдельно или в их сочетании явиться причиной ошибочных действий человека. Данный вид анализа является довольно длительным и трудоёмким процессом, поэтому он чаще применяется при расследовании серьёзных происшествий, аварий, крушений, в том числе со смертельным исходом или при большом количестве пострадавших. Некоторые элементы такого анализа используются при расследовании нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте с использованием Методики определения причинно-следственных связей нарушений безопасности движения, утверждённой распоряжением ОАО «РЖД» от 02.09.2013 № 1887р.[16]

В области безопасности производственных процессов, монографический метод анализа обеспечивает детальное исследование всего комплекса факторов и условий для обеспечения безопасного труда:

технологический процесс, рабочее место, оборудование, используемые материалы, индивидуальные и коллективные защитные средства и т.д.

В результате такого исследования анализируются не только причины происшедших несчастных случаев, связанные с человеческим фактором, но и выявляются потенциальные опасности, которые могут причинить вред работникам.

Примером монографического анализа безопасности труда на железнодорожном транспорте является проведение внутренних аудитов на основе соответствующего стандарта.

### 3.1.2. Методы моделирования человеко-машинных систем для оценки влияния человеческого фактора

Моделирование является подходом к проведению анализа причин ошибочных действий человека.

Анализ причин производственного травматизма, представленный в первой главе, показывает, что основной причиной несчастных случаев является нарушение человеком технологии производства работ. Это выражено как в непосредственном нарушении технологического процесса, так и в нарушении трудовой и производственной дисциплины, неприменении средств индивидуальной защиты, применении неисправного оборудования, машин, механизмов и т.п. В связи с этим, учитывая существующие концептуальные модели систем «человек – техническая система – производственная среда», используем технологию в качестве ключевого, связующего звена модели оценки влияния человека на функционирование человеко-машинной системы с учётом взаимосвязей и закономерностей вышеобозначенных моделей. (Рисунок 3.1)

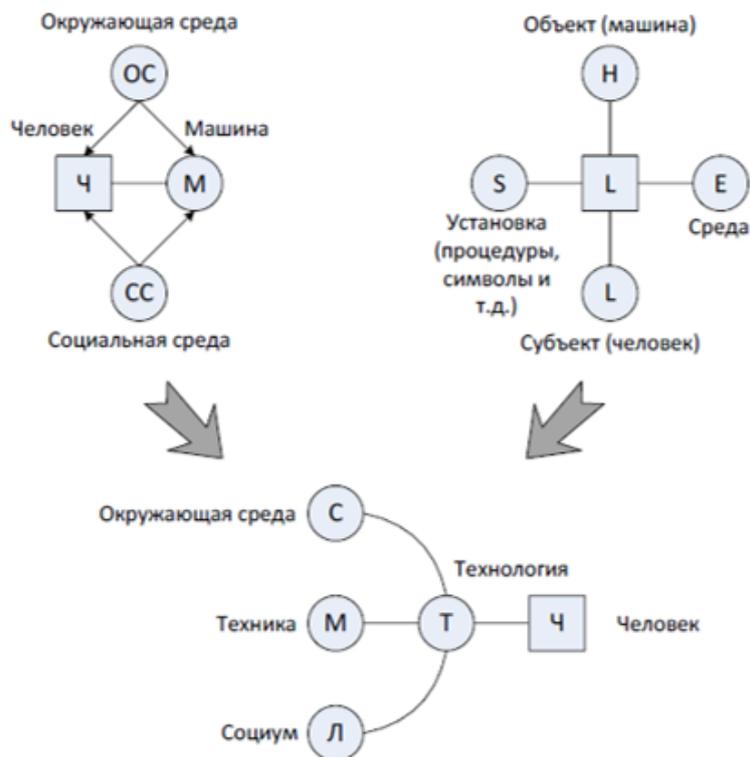


Рисунок 3.1 – Формирование модели оценки влияния человеческого фактора

Используем теории графов для формализации полученной модели (рисунок 3.2).

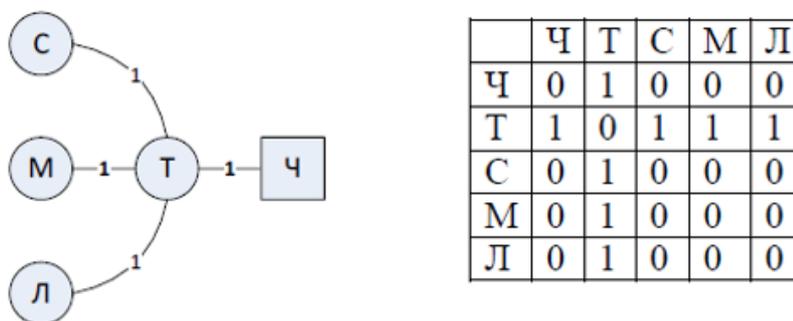


Рисунок 3.2 – Граф и матрица смежности модели

Представленная на рисунке 3.2 модель отражает идеальный сценарий взаимодействия всех её компонентов, т.е. когда работник в точности действует в рамках требований технологии производства работ. Тогда происходящие нежелательные события будут вызваны причинами, не связанными с ошибочными действиями человека, реализующего технологический процесс. К таким причинам относятся как непосредственно недостатки технологического процесса, так и конструктивные недостатки,

несовершенство, ненадёжность машин, механизмов, подвижного состава, воздействие природных факторов, противоправные вмешательства и т.д. Между тем, случаев, вызванных данными причинами, на железнодорожном транспорте происходит в разы меньше, чем причинами, связанными с ошибочными действиями человека. В связи с этим, более точной моделью является представленная в виде взвешенного графа и его матрицы смежности на рисунке 3.3.[16]

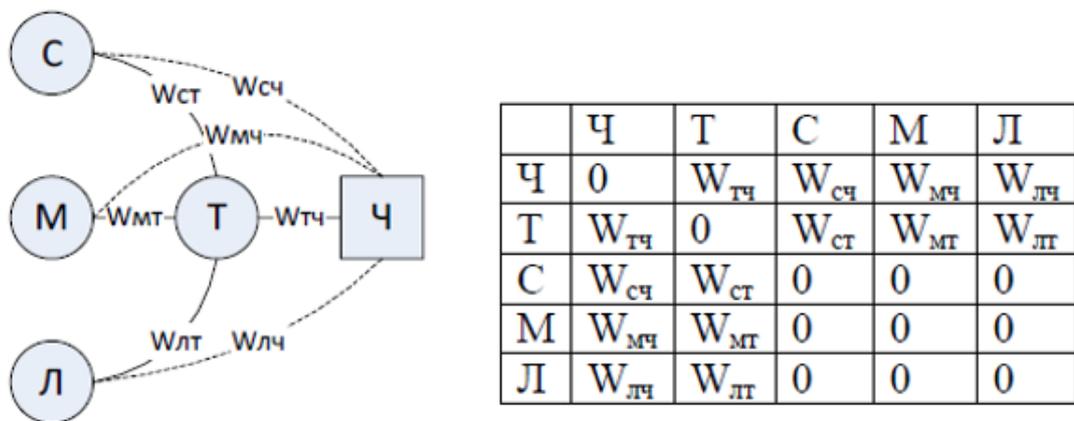


Рисунок 3.3 – Взвешенный граф модели оценки влияния человеческого фактора и его матрица смежности

Здесь появившиеся связи (ребра графа) с весами  $W_{сч}$ ,  $W_{мч}$ ,  $W_{лч}$  обусловлены нарушениями работником технологии производства работ. Так, например, весовой коэффициент  $W_{сч}$  определяет нарушения, связанные с неприменением средств индивидуальной и коллективной защиты и т.п.;

$W_{мч}$  – применение неисправного оборудования, машин, механизмов и т.п.;

$W_{лч}$  – с неудовлетворительной организацией производства работ и т.п.

Значения весовых коэффициентов  $W_{ij} \in \{0,1\}$  для конкретной профессии определяются на основе статистических данных по расследованиям произошедших нежелательных событий с учетом их связей:

$$\begin{cases} W_{тч} = W_{ст} + W_{мт} + W_{лт} \\ W_{ст} = 1 - W_{сч} \\ W_{мт} = 1 - W_{мч} \\ W_{лт} = 1 - W_{лч} \end{cases} \quad (3.1)$$

Сумма  $W_{сч} + W_{мч} + W_{лч}$  является оценкой влияния человеческого фактора на функционирование системы.

При этом для случая:

идеального	реального	наихудшего
$\begin{cases} W_{ст} = 1 \\ W_{нт} = 1 \\ W_{лт} = 1 \\ W_{сч} = 0 \\ W_{мч} = 0 \\ W_{лч} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} 0 \ll W_{ст} < 1 \\ 0 \ll W_{нт} < 1 \\ 0 \ll W_{лт} < 1 \\ 0 < W_{сч} \ll 1 \\ 0 < W_{мч} \ll 1 \\ 0 < W_{лч} \ll 1 \end{cases}$	$\begin{cases} W_{ст} = 0 \\ W_{нт} = 0 \\ W_{лт} = 0 \\ W_{сч} = 1 \\ W_{мч} = 1 \\ W_{лч} = 1 \end{cases}$

На рисунке 3.4 графически представлены варианты взаимодействия человека с другими компонентами модели.[16]

Уточняя данную модель в части раскрытия факторов, определяющих её компоненты, являющиеся вершинами графа (так, например, человека характеризуют антропометрические, физиологические, психологические, психосоциальные и другие факторы) можно расширить возможности учёта влияния человеческого фактора для более глубокого анализа причинно-следственных связей, обуславливающих ошибочные действия человека, которые, в конечном итоге, приводят к производственному травматизму.

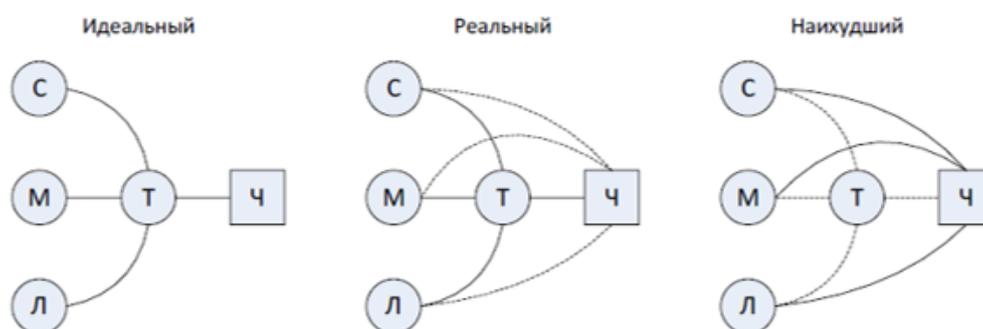


Рисунок 3.4 – Варианты взаимодействия человека с другими компонентами модели

Для этого представим полученную модель в виде выражения:

$$\langle \underline{H}, L, S, T, E \rangle \tag{3.2}$$

где  $\underline{H}$  – человеческие факторы;

- $L$  – факторы социальной среды;
- $S$  – технологические факторы;
- $T$  – технические факторы;
- $E$  – факторы окружающей среды.

При этом каждый из параметров представляет собой множество:

$$H = \{ \underline{H^{ph}}, \underline{H^{pl}}, \underline{H^{ps}}, \underline{H^{pr}} \}, \quad (3.3)$$

где  $\underline{H^{ph}}$  – физические (антропометрические) характеристики человека;

$\underline{H^{pl}}$  – физиологические характеристики человека;

$\underline{H^{ps}}$  – психосоциальные характеристики человека;

$\underline{H^{pr}}$  – профессиональные характеристики человека.

$$L = \{ \underline{L^{ne}}, \underline{L^{fa}} \}, \quad (3.4)$$

где  $\underline{L^{ne}}$  – ближнее социальное окружение;

$\underline{L^{fa}}$  – дальнее социальное окружение.

$$S = \{ \underline{S^{qu}}, \underline{S^{qt}} \}, \quad (3.5)$$

где  $\underline{S^{qu}}$  – качественные характеристики технологии;

$\underline{S^{qt}}$  – количественные характеристики технологии.

$$T = \{ \underline{T^{re}}, \underline{T^{sa}}, \underline{T^{er}} \}, \quad (3.6)$$

где  $\underline{T^{re}}$  – показатели надежности технического средства;

$\underline{T^{sa}}$  – показатели безопасности технического средства;

$\underline{T^{er}}$  – эргономические характеристики технического средства.

$$E = \{ \underline{E^{in}}, \underline{E^{ex}} \}, \quad (3.7)$$

где  $\underline{E^{in}}$  – характеристики внутренней окружающей среды;

$\underline{E^{ex}}$  – характеристики внешней окружающей среды.

С учётом модели, представленной на рисунке 3.1 структурная схема системы «человек – техническая система – производственная среда» будет иметь следующий вид (рисунок 3.5).

Пример ещё более детальной разбивки компонентов модели представлен в таблице 3.1.

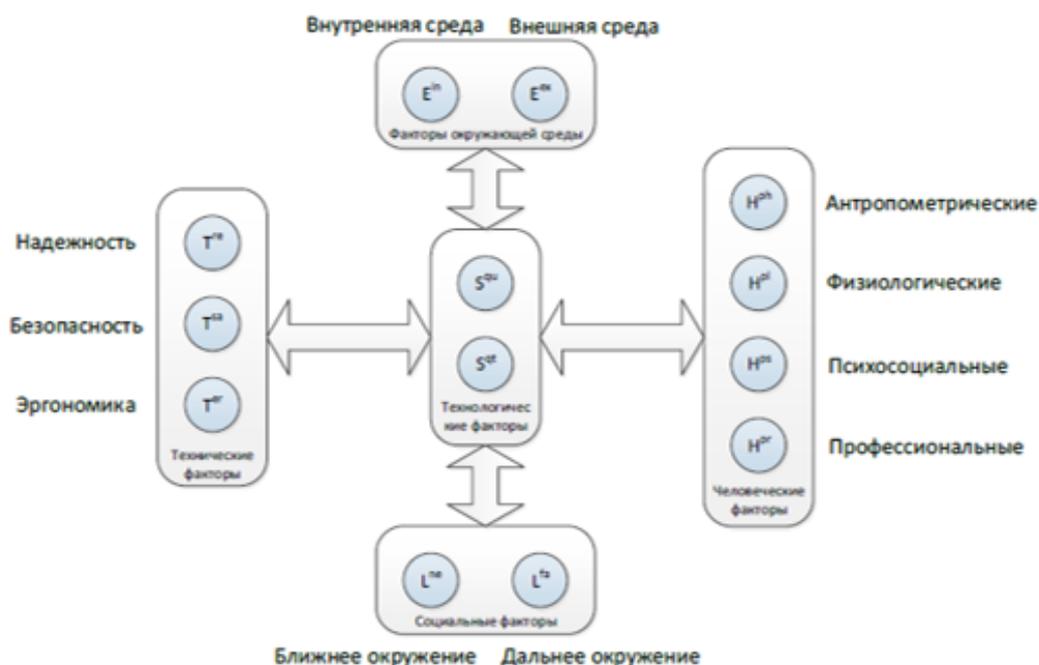


Рисунок 3.5 – Структурная схема системы «человек – техническая система – производственная среда»

Таблица 3.1 – Составляющие системы «человек – техническая система – производственная среда»

Факторы	Обозначения	Описание
Человеческие	$H^{ph}_1$	Рост
	$H^{ph}_2$	Вес
	$H^{ph}_3$	Возраст
	$H^{pl}_1$	Зрение
	$H^{pl}_2$	Слух
	$H^{pl}_3$	Выносливость
	$H^{pl}_4$	Сила
	$H^{ps}_1$	Мотивация
	$H^{ps}_2$	Стрессоустойчивость
	$H^{ps}_3$	Конфликтность
	$H^{ps}_4$	Лидерские качества
	$H^{ps}_5$	Моральные качества
	$H^{pr}_1$	Знания
	$H^{pr}_2$	Умения

Продолжение таблицы 3.1

Факторы	Обозначения	Описание
Человеческие	$H^{pr} 3$	Опыт
	...	...
Социальной среды	$L^{ns} 1$	Коллеги по работе
	$L^{ns} 2$	Непосредственный начальник
	$L^{ns} 3$	Близкие родственники
	$L^{fa} 1$	Высшее руководство
...	...	...
Технологические	$S^{qu} 1$	Качество технологической документации
	$S^{qu} 2$	Полнота технологической документации
	$S^{qt} 1$	Продолжительность выполнения работ
	$S^{qt} 2$	Трудоемкость и машиноёмкость выполнения работ
...	...	...
Технические	$T^{re} 1$	Вероятность безотказной работы
	$T^{re} 2$	Интенсивность отказов
	$T^{re} 3$	Коэффициент готовности
	$T^{za} 1$	Вероятность безопасной работы
	$T^{za} 2$	Вероятность опасного отказа
	$T^{za} 3$	Средняя наработка на опасный отказ
	$T^{er} 1$	Гигиенические показатели
	$T^{er} 2$	Антропометрические показатели
$T^{er} 3$	Психофизиологические показатели	
...	...	...
Окружающей среды	$E^{in} 1$	Температура
	$E^{in} 2$	Уровень освещенности
	$E^{ex} 1$	Время суток
	$E^{ex} 2$	Время года
...	...	...

Таким образом, поставленная задача заключается в исследовании и оценке влияния всей совокупности человеческих факторов на безопасность функционирования человеко-машинной системы. При этом стоит отметить, что, в работах, посвящённых решению подобных задач на железнодорожном транспорте, как правило, исследуется влияние только одной группы факторов, например, психофизиологических качеств работников или их профессиональных компетенций.

Одним из методов моделирования, предложенных американским кибернетиком М. Минским, является метод структурного представления

знаний в виде иерархически упорядоченной структуры данных (фрейма), минимально необходимых для описания стереотипных ситуаций. В дальнейшем теория фреймов также разрабатывалась и развивалась нашими учёными. Когнитивные карты, относясь к тому же классу систем представления знаний, что и фреймы, были предложены Эдвардом Толменом для обозначения целостного образа или представления некоторой обстановки, которая сложилась в ходе предшествующего опыта животного или человека и определила их поведение. Впоследствии когнитивные карты использовались Робертом Аксельродом в разработке методологии когнитивного моделирования, предназначенной для анализа и принятия решений в плохо определенных ситуациях. Бартоломей Коско, развивая теорию нечётких множеств, основные положения которой были сформулированы Лотфи Заде и, используя её математический аппарат, ввёл понятие нечёткой когнитивной карты. Методология нечёткого когнитивного моделирования применяется при исследовании плохо формализуемых и слабоструктурированных систем и в настоящее время развивается в направлении совершенствования аппарата анализа и моделирования ситуации. Её используют для организации поддержки и принятия стратегических решений в политике, макроэкономике, экологии менеджменте, медицине; при решении задач управления рисками и обеспечения информационной безопасности.[26]

Выражение (3.2) является плохо формализуемой, характеризуется большой неопределённостью элементов, входящих в неё и не представляется возможным получить точное математическое описание для моделирования функционирования такой системы. Поэтому представим модель оценки влияния человеческого фактора в виде обобщённой нечёткой когнитивной карты.

Когнитивная карта представляет собой причинно-следственную сеть, в виде ориентированного графа (рисунок 2.6), отражающего какую-либо область знаний. Формально когнитивную карту можно представить в виде кортежа:

$$G = \langle \underline{C}, W \rangle, \quad (3.8)$$

где  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  – множество факторов, называемых концептами, (вершины графа),

$W = \{w_{ij} = w(c_i, c_j)\}$  – множество связей между концептами, (ребра графа).

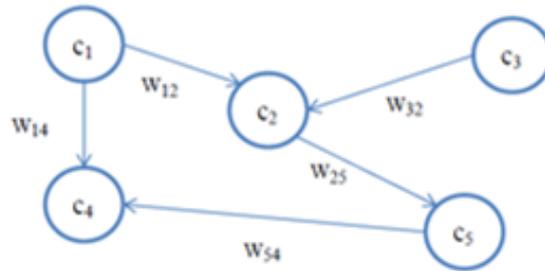


Рисунок 3.6 – Когнитивная карта

Таким образом, элементы  $c_i$  и  $c_j$  связаны отношением  $w$ . В результате изменение значения концепта  $c_i$  (причины) приводит к изменению значения концепта  $c_j$  (следствия), а именно, рост значения концепта-причины приводит к увеличению значения концепта-следствия, если причинно-следственная связь положительна и, наоборот, к уменьшению этого значения при отрицательной причинно-следственной связи.[28]

В случае нечётких когнитивных карт, взаимовлияние или связь между концептами могут отличаться по силе или весу влияния. Тогда ориентированный граф, представляющий когнитивную карту, является взвешенным, при этом веса рёбер графа обладают рядом свойств:

- 1)  $w_{ij} \in [-1, 1]$ ;
- 2)  $w_{ij} = 0$ , если  $c_i$  не зависит от  $c_j$  (влияние отсутствует);
- 3)  $w_{ij} = 1$  при максимальном положительном влиянии  $c_i$  на  $c_j$ , т.е. когда любые изменения, происходящие в системе и связанные с концептом  $c_j$ , однозначно определяются действиями, относящимися к концепту  $c_i$ ;

4)  $w_{ij} = -1$  при максимальном отрицательном влиянии, т.е. когда любые изменения, связанные с концептом  $c_j$ , однозначно сдерживаются действиями, связанными с концептом  $c_i$ ;

5)  $w_{ij}$  принимает значение из интервала  $(-1, 1)$ , когда степень влияния находится в промежутке между максимальным положительным и отрицательным значениями.

Последнее свойство, определяя нечёткость когнитивной карты, позволяет оценивать силу влияния  $|w_{ij}|$  значениями лингвистической переменной (термами) в соответствии с определённой шкалой, например: 0,1 – очень слабое влияние; 0,3 – слабое влияние; 0,5 – существенное; 0,7 – сильное; 0,9 – очень сильное.

Совокупность весов рёбер  $w_{ij}$  задаётся матрицей смежности графа  $W = \parallel w_{ij} \parallel$ .

Существует два вида когнитивного анализа: статический и динамический.

Статический анализ – это анализ путей влияния одних концептов на другие через третьи в текущей ситуации. В данном типе анализа используются только значения весовых коэффициентов матрицы смежности графа, на основе которых определяются такие системные показатели, как консонанс, диссонанс, взаимное влияние и т.д.

Динамический анализ – это генерация и анализ сценариев развития ситуации во времени, при этом учитываются также нечёткие значения концептов  $c_i \in [0, 1]$ . Разделение концептов на входные, промежуточные и целевые позволяет сформулировать прямую задачу – прогноз развития ситуации во времени (изменение значений целевых концептов) на основе заданных значений входных концептов и обратную задачу – определение значений входных концептов для заданного целевого состояния.[28]

Динамический анализ производится на основе моделирования импульсного процесса, когда входным концептам задаются элементарные возмущения, которые влекут за собой изменение (усиление или ослабление)

значений всех остальных концептов по цепочке. При этом модельное время дискретно:  $t = 0, 1, 2, \dots$ , а значения концептов в последующие моменты времени определяются:

$$c_j(t + 1) = f \left( c_j + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^N w_{ij} c_i(t) \right) \quad (3.9)$$

где  $c_i$  и  $c_j$  – значения входного и выходного концептов;

$N$  – число концептов, непосредственно влияющих на концепт  $c_j$ ;

$f(x)$  – функция нормализации результирующего значения концепта  $c_j$ ;

которая может быть:

– дискретной:  $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0; \\ 1, & x > 0. \end{cases}$  или  $f(x) = \begin{cases} -1, & x \leq 0,5; \\ 0, & -0,5 < x < 0,5 \\ 1, & x \geq 0,5 \end{cases}$

– непрерывной:  $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-cx}}$

Этапы когнитивного моделирования:

1. Формулировка цели и задач моделирования.
2. Изучение рассматриваемой ситуации с позиции поставленной цели, куда входит сбор информации о ситуации, ее систематизация, анализ существующей статистической и качественной информации о ситуации, определение присущих исследуемой ситуации условий, ограничений и требований.
3. Выделение основных факторов, воздействующих на развитие ситуации (в том числе: целевых – определяющих результат развития ситуации, промежуточных, входных – являющихся рычагами воздействия на ситуацию).
4. Определение взаимосвязей между факторами и их направления влияния (положительное или отрицательное).
5. Построение когнитивной карты.
6. Определение силы или веса взаимосвязей между факторами.

7. Проверка адекватности модели, т. е. сопоставление полученных результатов с рассматриваемой ситуацией, которая при тех же исходных условиях была в прошлом.

8. Формулировка выводов и рекомендаций в соответствии с поставленной целью.

В нашем случае, когда рассматриваются ситуации с производственным травматизмом, целевыми концептами могут являться как причины этого травматизма (рисунок 3.7), так и результат ошибок работников в виде несчастных случаев на производстве (рисунок 3.8).

Вместе с тем, построение когнитивных карт и последующий анализ полученной модели являются трудоёмкими процессами, требующими участия соответствующих экспертов, что значительно ограничивает возможности применения этого метода моделирования.



Рисунок 3.7 – Когнитивная карта оценки влияния человеческого фактора на нарушения технологического процесса

Можно пойти другим путём и рассматривать компоненты выражения (3.2) независимо друг от друга, проводя оценку их соответствия между собой. В нашем случае оцениваемым компонентом системы является работник.

Квалиметрический метод анализа [28] позволяет получить количественную оценку степени соответствия работника определённому

виду профессиональной деятельности на основе совокупности многих его характеристик или свойств [28].

Суть метода заключается в построении методики оценки, а затем её использовании (рисунок 3.9).

Рассмотрим подробнее процесс проведения квалиметрического анализа. На первом шаге необходимо построить дерево свойств и выявить оцениваемые показатели.

В нашем случае, дерево свойств будет включать в себя вышеобозначенные характеристики (свойства) работника (рисунок 2.10). Перечень этих характеристик для каждой профессии будут индивидуальны. Подходы к их выявлению представлены в [.....].

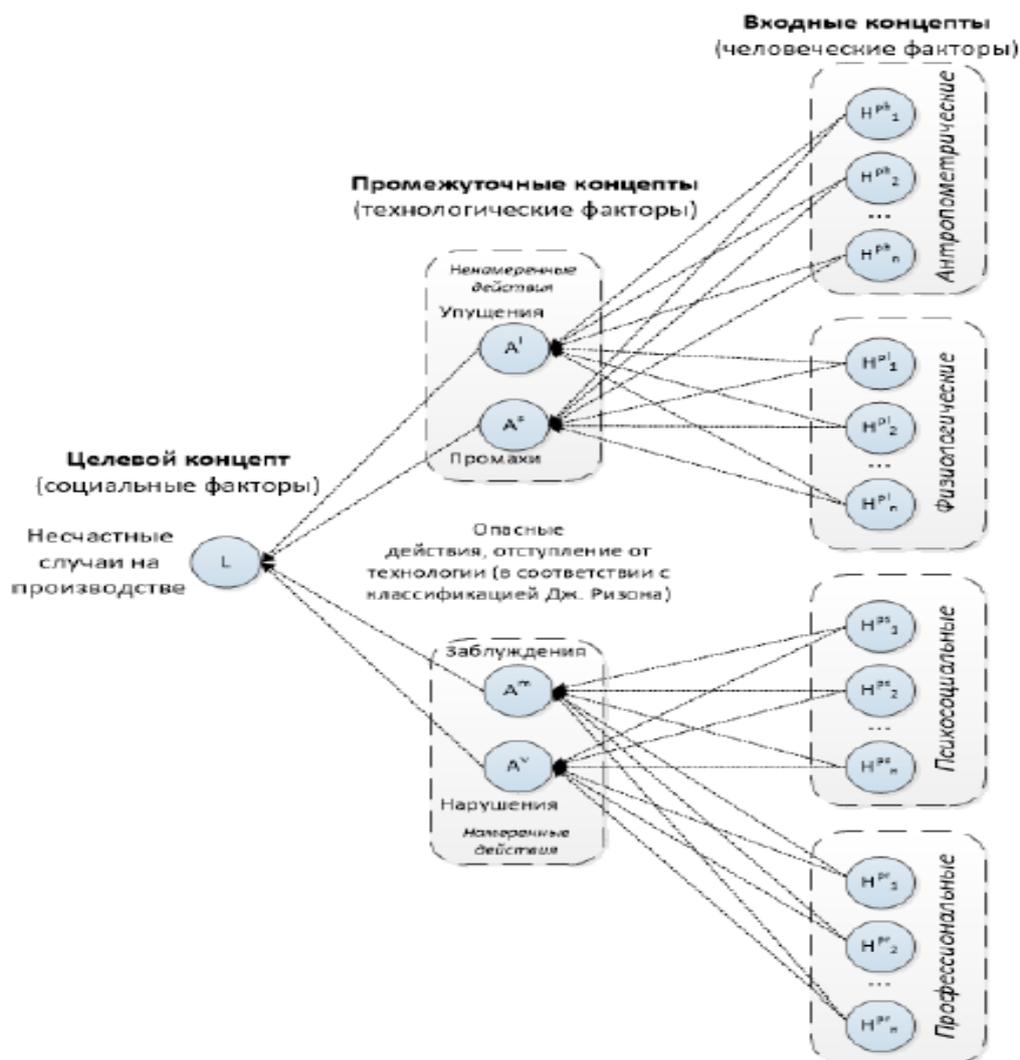


Рисунок 3.8 – Когнитивная карта оценки влияния человеческого фактора на возникновение несчастных случаев на производстве



Рисунок 3.9 – Этапы квалиметрического анализа



Рисунок 3.10 – Пример дерева свойств

Далее, находятся групповые коэффициенты важности свойств  $G''_i$ ,

которые затем нормируются:  $G' = \frac{g_i''}{\sum_{i=1}^n g_i''}$ . Для нахождения коэффициентов важности можно использовать аналитические методы (например, регрессионного или корреляционного анализа), но чаще используются методы экспертных оценок.

Следующим шагом определяются эталонные и минимально-допустимые значения показателей свойств для оцениваемой профессии:

$q^{эм}$  – наилучшее значение абсолютного показателя свойства,

$q^{мин}$  – минимально-допустимое значение абсолютного показателя свойства.

Здесь стоит отметить, что  $q^{эм}$  и  $q^{мин}$  в квалиметрии определяются как значения, достигнутые в мире на временной период, когда производится оценивание. В нашем случае эти значения должны быть привязаны к конкретной профессии. Например, если эталонное значение остроты зрения – 1.0 для любой профессии, то эталонное значение роста или такого психосоциального качества, как конфликтность, будут отличаться у разных профессий. То же самое касается и минимально-допустимых значений абсолютных показателей свойств.

После чего определяются значения  $q_i$  абсолютных показателей свойств конкретного работника. Некоторые значения (большинство физических и физиологических) можно определить методами физических измерений: измерить вес, уровень слуха. Другие – с помощью соответствующих тестирований. Например, тесты, определяющие уровень профессиональных знаний или психосоциальные качества человека (16- факторный личностный опросник Кеттелла [33], Миннесотский многоаспектный личностный опросник [30] и др.).

Для обеспечения сопоставимости значений абсолютных показателей, производят их перевод в относительные  $K$  с помощью операции нормирования:

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij} - q_i^{\text{мин}}}{q_i^{\text{эт}} - q_i^{\text{мин}}} \quad (3.10)$$

где  $i$  – номер свойства,  $j$  – оцениваемый работник,  $Q_{ij}$  – абсолютный показатель качеств.

Произведём соединение показателей. Показатель соответствия  $K^k$  может быть выражен с помощью формулы средней взвешенной арифметической:

$$K_j^k = K_{ис\ j} \sum_{i=1}^n K_{ij} G_j.$$

Следует помнить, что недопустимо существование неравенства:  $q_{ij} < q_{мин}$ . Если такое неравенство существует для хотя бы одного свойства, то принимают  $K^k = 0$ .

В основе детерминированного моделирования, представленного выше, лежит возможность построения модели человеко-машинной системы по теоретически предполагаемым прямым связям между компонентами и факторами модели. Вместе с тем, такое моделирование ограничено размером поля прямых связей. При недостаточном уровне знаний о природе прямых связей того или иного фактора модели, необходим иной подход к оценке влияния человеческого фактора. При наличии достаточного объёма статистических данных можно применить стохастическое моделирование и анализ.

Стохастический анализ направлен на изучение косвенных связей между факторами модели и выступает в качестве инструмента углубления детерминированного анализа факторов, по которым нельзя построить детерминированную модель.

### **3.2 Математическая модель оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов**

### 3.2.1. Исследование случайной величины свойства профиля профессии

В настоящее время не существует чёткого определения, каким набором свойств и какими числовыми значениями( величинами) этих свойств должен обладать работник железнодорожного транспорта при приёме на работу или в процессе трудовой деятельности по соответствующей профессии.

Следовательно, для объективной оценки потенциальных или существующих работников в соответствии с профессией необходимо разработать метод определения профиля профессий работников железнодорожного транспорта и оценки соответствия работника профилю его профессии.[29]

Под профилем профессии будем понимать совокупность необходимых для данной профессии свойств (характеристик) работника и их числовых значений, обеспечивающих предельно возможную безопасность производственной деятельности.

В связи с наличием на железнодорожном транспорте различных автоматизированных информационных систем, представленных в первой главе, появляется возможность проведения сбора, обработки и анализа значительного объёма статистических данных, которые дают возможность определения профилей профессий работников на основе вероятностно-статистических методов.

Рассмотрим основные положения закона распределения случайной величины [28], которые в дальнейшем будем использовать для построения профиля профессии.

Представим  $i$ -е необходимое (исследуемое) свойство  $H_i$  профиля профессии как случайную величину дискретного( прерывного) типа с возможными значениями  $\{h_1, h_2, h_3 \dots h_n\}$ :

$$H_i = \{h_1, h_2, h_3 \dots h_n\} \quad (3.11)$$

где  $n$  – количество допустимых численных значений для данного  $i$ -го свойства профиля профессии.

Каждое из численных значений  $\{h_1, h_2, h_3 \dots h_n\}$  возможно, но не достоверно, и, следовательно, величина  $i$ -го необходимого свойства  $H_i$  профиля профессии примет одно из этих значений, т.е. произойдет одно из полной группы событий:

$$H_i = \left. \begin{array}{c} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \\ \dots \\ h_n \end{array} \right\} \quad (3.12)$$

Обозначим вероятности событий в выражении (3.12) буквами  $p_i$  с соответствующими индексами:[32]

$$P(H_i = h_1) = p_1; P(H_i = h_2) = p_2; \dots P(H_i = h_n) = p_n; \quad (3.13)$$

В выражении (3.12) события образуют полную группу и являются несовместными. Следовательно, сумма вероятностей всех возможных значений случайной величины необходимого свойства  $H_i$  профиля профессии сводится к формуле:

$$\sum_{j=1}^n p_j = 1. \quad (3.14)$$

Из выражений (3.13) и (3.14) следует, что случайная величина исследуемого свойства  $H_i$  профиля профессии полностью описывается с вероятностной точки зрения, при определении или задании вероятности каждого из события. Так устанавливается закон распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$  профиля профессии.[32]

Для установления закона распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$  профиля профессии воспользуемся табличной формой, при которой формируется таблица из  $n$  возможных значений случайной величины  $h_j$  и соответствующих им значений вероятности  $p_j$ .

Воспользуемся классической теорией вероятностей и примем такое представление рядом распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$ .

Для наглядности вида ряда распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$  воспользуемся его графическим представлением.

Например, пусть задан ряд распределения случайной величины исследуемого одного свойства  $H_i$ , где  $n = 10$ ;  $h_1 = 1$ ;  $h_2 = 2$ ;  $h_3 = 3$ ;  $h_4 = 4$ ;  $h_5 = 5$ ;  $h_6 = 6$ ;  $h_7 = 7$ ;  $h_8 = 8$ ;  $h_9 = 9$ ;  $h_{10} = 10$ . При этом, соответственно, вероятности равны:  $p_1 = 0,05$ ;  $p_2 = 0,1$ ;  $p_3 = 0,11$ ;  $p_4 = 0,3$ ;  $p_5 = 0,2$ ;  $p_6 = 0,15$ ;  $p_7 = 0,075$ ;  $p_8 = 0,05$ ;  $p_9 = 0,05$ ;  $p_{10} = 0,05$ ;  $p_1 = 0,05$ ;  $p_2 = 0,1$ ;  $p_3 = 0,11$ ;  $p_4 = 0,3$ ;  $p_5 = 0,2$ ;  $p_6 = 0,15$ ;  $p_7 = 0,075$ ;  $p_8 = 0,05$ ;  $p_9 = 0,05$ ;  $p_{10} = 0,05$ . Тогда, графически ряд распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$  представлен на рисунке 3.11.

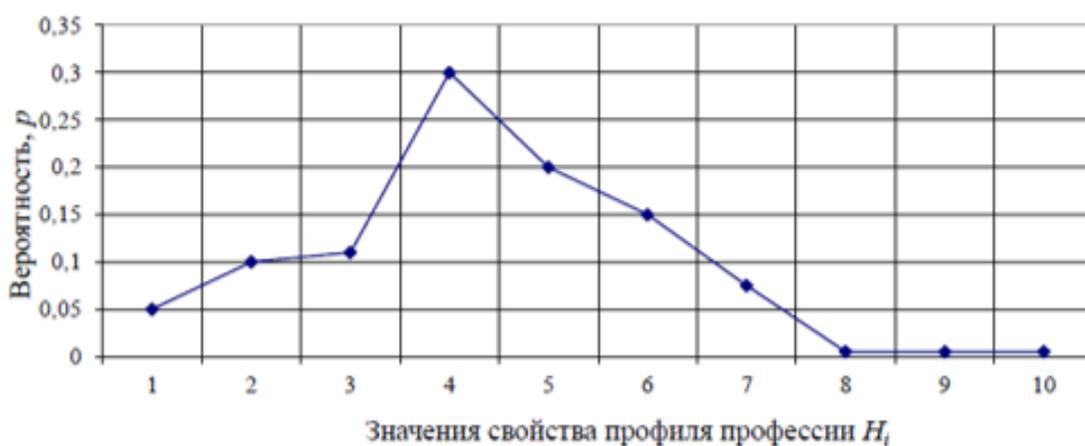


Рисунок 3.11 – Графическое представление ряда распределения случайной величины исследуемого свойства  $H_i$

Однако, при определении всех свойств, входящих в профиль профессии, не всегда удаётся располагать известными вероятностями. Поэтому возникает задача определения данных вероятностей. Кроме того, не всегда удаётся оптимально сформировать требования по тому или иному свойству профиля профессии. Это приводит к необходимости прибегать к

статистическим методам исследования и обработки данных при формировании свойства профиля профессии работника.

Предположим, что при исследовании случайной величины свойства профиля профессии неизвестен в точности закон распределения. Следовательно, необходимо определить закон распределения из опыта или проверить экспериментально гипотезу о том, что величина  $H_i$  подчинена тому или иному закону.[32]

Для этого необходимо провести ряд независимых опытов( наблюдений) за случайной величиной свойства профиля профессии  $H_i$ . Очевидно, что в каждом из опытов случайная величина свойства профиля профессии  $H_i$  принимает определённое значение. Другими словами, если в ходе опыта фиксированное свойство профиля профессии подвергается проверке соответствия множества работников данной профессии по данному свойству, то очевидно, что случайная величина будет иметь отклонение. И наоборот, если нам необходимо выявить свойство профиля профессии по совокупности опытов при определённых критериях, то на основании статистических данных нам удастся это сделать. Рассмотрим эту процедуру подробнее.

Пусть случайная величина – это исследуемое свойство профиля профессии  $H_i$ , которое необходимо определить. Зафиксируем  $m$  «лучших» работников железнодорожного транспорта в данной профессии( детали и принципы отбора« лучших» работников рассмотрим ниже). Далее в соответствии с исследуемым свойством профиля профессии проводится  $m$  опытов, где случайная величина свойства профиля профессии  $H_i$  принимает различные значения. Данные значения фиксируются, в результате чего формируется первичный статистический материал или простой статистический ряд случайной величины свойства профиля профессии  $H_i$ , подлежащий дальнейшей обработке, который представляется в виде таблицы . Одним из эффективных способов обработки является построение статистической функции распределения случайной величины.

Определим статистическую функцию распределения случайной величины свойства профиля профессии  $H_i$ , как частоту события  $H_i < h$  в данном статистическом материале:

$$F(h) = P \times (H_i < h) \quad (3.15)$$

Т.е. для нахождения статистической функции распределения случайной величины свойства профиля профессии достаточно подсчитать число опытов, в которых величина  $H_i$  приняла значение меньше, чем  $h$  и разделить на общее число опытов.

Таким образом, статистическая функция распределения случайной величины свойства профиля профессии представляет собой прерывную ступенчатую функцию, скачки которой соответствуют наблюдаемым значениям свойства и по величине равны частотам этих значений.

Согласно теореме Бернулли, при увеличении числа опытов  $m$  и при любом  $h$  частота события ( $H_i < h$ ) приближается к вероятности этого события. Поэтому при увеличении  $m$  статистическая функция распределения  $F \times(h)$  приближается к подлинной функции распределения  $F(h)$  свойства профиля профессии  $H_i$ . [32]

### **3.3. Метод количественной оценки степени соответствия профиля работника профилю профессии**

Одной из важнейших задач в обеспечении безопасности производственных процессов является подбор соответствующего требованиям безопасности штата работников.

На железнодорожном транспорте, для обеспечения безопасности движения поездов, производится профессиональный психофизиологический отбор работников, отвечающих за безопасность движения. Помимо профессионального отбора, с данными работниками проводят периодическое

психофизиологическое обследование, динамический контроль функционального состояния, расширенное психофизиологическое обследование, психологическое консультирование и по результатам ряд коррекционных мероприятий.

Вместе с тем, решение данной задачи в области обеспечения безопасности труда у большинства травмоопасных профессий проходит без чётко сформулированных критериев, а зачастую и вовсе на основе формального или субъективного подхода.

Полученная в предыдущем разделе модель профиля профессии позволяет провести оценку соответствия профиля работника профилю его профессии.

#### **3.4 Методика определения профиля профессии и оценки соответствия профиля работника профилю профессии**

На основе вышеизложенного материала предлагается методика определения профиля профессии и оценки соответствия профиля работника профилю профессии.

Определение профиля профессии:

Шаг 1. Выбор профессии для определения её профиля.

Шаг 2. Определение множества  $N$  свойств профиля профессии. Здесь необходимо учесть, какие из свойств человека важны для той или иной профессии. Ряд свойств определены в профессиональных стандартах в виде соответствующих компетенций. Также по выбору профессионально важных качеств могут служить рекомендациями.

Шаг 3. Сбор статистических данных группы «лучших» работников по выбранной профессии. Основным критерием выбора «лучших» работников является стаж работы по профессии и отсутствие нарушений в области охраны труда, в том числе изъятие предупредительных талонов и

дисциплинарных взысканий. Чем больше работников входят в группу, тем точнее будет определён профиль профессии.

Шаг 4. Построение простого статистического ряда для первого свойства профиля профессии. На этом шаге выполняется обработка статистического материала по выбранному свойству профиля профессии.

Шаг 5. Расчёт частоты определённых значений для всего диапазона статистических данных по данному свойству профиля профессии.

Шаг 6. Построение статистической функции распределения случайной величины свойства профиля профессии и определение максимальной частоты.

Далее шаг 5 и 6 выполняются  $N$  раз для каждого свойства профиля профессии, определённого на шаге 2.

Шаг 7. Формирование моды профиля профессии вида (3.2), в который входят все найденные значения случайных величин, имеющие максимальную частоту каждого из исследуемых свойств профиля профессии.

Шаг 8. Раскладка частот профиля профессии, с целью визуализации и выявления приоритетных свойств профиля профессии.

Следуя оценке профилю профессии составим оценку профиля работника:

Шаг 1. Выбор оцениваемого работника. Если профиль профессии оцениваемого работника ещё не был построен, выполнить определение профиля профессии, как представлено выше.

Шаг 2. Определение количественных значений свойств работника в соответствии с оцениваемым профилем профессии. В зависимости от свойства, выполняется медицинской, кадровой службой или службой охраны труда.

Шаг 3. Оценка соответствия профиля работника профилю профессии.

Шаг 4. Разработка и помощь в принятии кадровых решений в зависимости от результата, полученного на предыдущем шаге

### 3.5. Выводы по главе

Предложен формализованный подход к представлению составляющих системы «человек – техническая система – производственная среда», который позволяет расширить возможности оценки и анализа влияния человеческого фактора на основе методов математического моделирования. Перспективными методами моделирования в данном случае представляются методы нечёткого когнитивного моделирования и квалиметрического анализа элементов человеко-машинной системы.

Проведён анализ возможных путей и методов моделирования оценки влияния человека на функционирование человеко-машинной системы, который показал, что в связи с наличием на железнодорожном транспорте ряда автоматизированных информационных систем, позволяющих собирать, анализировать и обрабатывать статистические данные, связанные с персоналом и его участием в производственной деятельности, практическую ценность представляют вероятностно-статистические методы моделирования.

Рассмотрена и применена математическая модель оценки влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов, основанная на построении статистических функций распределения профессионально важных качеств и впервые учитывающая антропометрические, физиологические, психосоциальные и профессиональные характеристики работника.

Рассмотрен метод, позволяющий количественно оценить степень соответствия профиля работника профилю его профессии для дальнейшего формирования корректирующих действий, обеспечивающих снижение роли человеческого фактора в производственной деятельности.

Разработана методика определения профилей профессий и оценки соответствия профилей работников профилям их профессий.

## **4Снижение роли человеческого фактора в производственном травматизме на основе управления профессиональными рисками**

Риск-ориентированный подход в разных видах деятельности человека позволяет значительно повысить её эффективность [44]. Это также относится к современной системе управления охраной труда, которая должна реализовывать разработанные подходы к сохранению здоровья работников [44]. Данные подходы можно реализовать путём внедрения системы управления профессиональными рисками. Наиболее важными этапами управления профессиональными рисками является их анализ и оценка.

### **4.1. Оценка профессиональных рисков на основе анализа производственного травматизма**

В соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации, несчастные случаи, происшедшие с работниками, участвующими в производственной деятельности, подлежат расследованию [44]. Анализ статистической информации, полученной в результате расследований, позволит оценить и спрогнозировать риски производственного травматизма.

Разработаем метод количественной оценки рисков производственного травматизма на основе анализа несчастных случаев произошедших на производстве.

#### **4.1.1 Сбор материала для анализа оценки рисков**

Составим таблицу учёта несчастных случаев, произошедших на производстве.

Источником для составления данной таблицы будет являться акт формы Н-1 «О несчастном случае на производстве».[4] оформляемый по результатам расследования несчастного случая.

Таблица 4.1 База данных для анализа несчастных случаев

№ п/п	Ошибка Ошибка	Дата Ошибка! несчастного случая	Количество Ошибка! при н/с (группово й/ единичный )	ФИО Ошибка!	Дата рождения Ошибка!	Возраст Ошибка!	Ошибка!
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	23.04.2019	единичный	Ма-ов В.В.	1975	43	водитель автомоби ля (кран- манипуля тор)
2	4	02.03.2016	единичный	Ко-в М.М.	1983	33	Элетром онтер
3	5	18.03.2014	групповой	Д-к М.В.	1955	59	начальни к дистанци и
				Э-ь Т.Г.	1976	38	инженер
4	1	14.06.2012	единичный	Ша-ва А.В.	1964	48	штукатур
5	4	06.07.2011	единичный	Ще-в А.А.	1978	33	столяр
6	1	27.07.2010	единичный	Ви-в А.В.	1970	40	электрога зосварщи к

Продолжение таблицы 4.1

№ п/п	Исход случая	Дата принятия к учёту	Стаж работы в должности при которой произошёл н/с	Общий стаж в данной организации	Место происшествия	Время от начала производства работ/ время суток
1	9	10	11	12	13	14
1	тяжелый	08.05.2018	5 лет	5 лет	прилегающая территория производственной базы	14-00/день
2	легкий	05.03.2016	9 месяцев	9 месяцев	производственный участок	19-15/вечер
3	смертельный	20.06.2014	2 года и 9 месяцев	5 лет	75 км трассы Ханты-Мансийск - Уват	06-30/утро
	тяжелый	20.06.2014	6 лет	6 лет	75 км трассы Ханты-Мансийск - Уват	06-30/утро
4	тяжелый	29.06.2012	3 года 5 месяцев	3 года 5 месяцев	прилегающая территория здания компрессорной	14-25/день
5	легкий	08.07.2011	2 года 3 месяца	2 года 3 месяца	столярная мастерская	10-40/утро
6	смертельный	26.08.2010	10 лет 7 месяцев	10 лет 7 месяцев	крыша здания	

Продолжение таблицы 4.1

№ п/п	Погодные условия	Оборудование, эксплуатация которого привела к н/с	Вредные и опасные производственные факторы ( выявленные при СОУТ)	Причины вызвавшие несчастный случай	имеется ли профессионально или хроническое заболевание
1	15	16	17	18	19
1	переменная облачность, ветер юго-восточный 2 м/с, температура воздуха +18 С	автомобиль (кран-манипулятор)	химический, шум, инфразвук, вибрация общая, вибрация локальная, световая среда, тяжесть трудового процесса, напряженность трудового процесса	не соблюдение требования при погрузочно-разгрузочных работах; отсутствие контроля со стороны ответственного руководителя работ	нет
2		брус	шум, неионизирующее излучение, тяжесть трудового процесса	неосторожность при выполнении работ с перемещением груза	нет
3		автомобиль "УАЗ Патриот"	световая среда	выехавший на встречную полосу автомобиль ВАЗ-2112	нет
		автомобиль "УАЗ Патриот"	световая среда	выехавший на встречную полосу автомобиль ВАЗ-2112	нет
4	погода солнечная, ветер южный 4 м/с, температура воздуха +23 С	строительные леса	аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, тяжесть трудового процесса	неосторожность при выполнении работ на высоте	нет
5		фрезерный станок	аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, тяжесть трудового процесса	неосторожность при выполнении работ на станочном оборудовании	нет
6			Химический, шум, неионизирующее излучение, тяжесть трудового процесса	неосторожность при выполнении кровельных работ	нет

Продолжение таблицы 4.1

№ п/п	Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда						
	Вводный	Первичный	Повторный	Целевой	Стажировка	Обучение по охране труда по профессии при выполнении которой произошёл н/с	Проверка знаний по охране труда
1	20	21	22	23	24	25	26
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Окончание таблицы 4.1

№ п/п	Дни нетрудоспособности		При несчастном случае со смертельным исходом				
	Продолжительность		Сумма выпла т	Коллективный договор			Выплаты ФСС
	Освобо жден от работы	Дней нетрудос пособнос ти		помощь на погребение	Единовременное пособие в размере 24 среднемесячных зарботков погибшего(- ших)	Ежемесячное пособие каждому ребенку погибшего(- ших) работника (-ов) до достижения им 18 лет	
1	28	29	30	31	32	33	34
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Аналитический материал заносится в базу данных следующим образом:

графы 1-10, 13-14, 18 заполняются специалистами по охране труда структурных подразделений из данных акта формы Н-1, акта формы 4 «О расследовании группового несчастного случая( тяжёлого несчастного случая, несчастного случая со смертельным исходом);

графы 11-12 заполняются специалистами по управлению персоналом структурных подразделений на основании данных трудовых книжек;

графы 19-25 заполняются специалистами по охране труда структурных подразделений на основании данных журналов регистрации инструктажей по охране труда, журналов технической учёбы, протоколов проверки знаний по охране труда;

графа 15 заполняется специалистами по охране труда структурных подразделений на основании данных, полученных из метеослужбы железной дороги (по запросу руководителя предприятия, который готовит специалист по охране труда);

графа 25 заполняется специалистами по охране труда, или лицами, ответственными за безопасную эксплуатацию и ремонт оборудования, а также средств малой механизации структурных подразделений в следующем порядке:

специалист по охране труда выписывает из акта формы Н-1 или акта формы 4 информацию об оборудовании, использование которого привело к несчастному случаю. Данную выписку передаёт лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию и ремонт оборудования, а также средств малой механизации;

лицо ответственное за безопасную эксплуатацию и ремонт оборудования, а также средств малой механизации предоставляет подробную информацию по оборудованию, использование которого привело к несчастному случаю (наименование оборудования; тип; марка; год выпуска; организация-изготовитель; проведённые виды ремонта, замена отдельных запасных частей; срок эксплуатации, вид транспортировки, обеспечение безопасности производственных процессов при эксплуатации – сроки проведения

ППР(планово-предупредительного ремонта), заземление и т.п.; наличие технического паспорта; заполненную по всем требованиям информацию главный механик передаёт специалисту по охране труда в электронном виде и на бумажном носителе за своей подписью;

графа 17 заполняется специалистами по охране труда на основании данных карт специальной оценки условий труда;

графы 27-32 заполняются специалистами кадровой службы на основании данных в больничных листах и данных из территориальных органов Фонда социального страхования;

графа 33 заполняется специалистами по охране труда структурных подразделений на основании данных, полученных их страховой компании.

#### 4.1.2 Расчёт рисков производственного травматизма

Из представленного многообразия факторов, по которым можно проводить оценку, наиболее значимыми являются профессии травмированных работников; причины, вызвавшие несчастный случай; вид происшествия и исход случая( последствия).

Для более глубокого анализа рисков рассмотрим эти факторы не по отдельности, а сочетаниями, которые представим в виде матриц.

Таблица 4.2 Допустимые сочетания факторов матрицы рисков травматизма

Факторы	Профессии	причины	Происшествия	Последствия
Профессии		1	2	3
Причины			4	5
Происшествия				6
Последствия				

Расчёт для первого сочетания факторов« Профессии – Причины» производится следующим образом.

Риск получения травмы для работника подразделения  $u$  профессии  $p$  по причине  $c$  в  $y$  году рассчитывается по формуле:

$$R_{upcy} = \frac{R_{upcy}}{N_{uy}} Y_{upcy}, \text{ руб./год}, \quad (4.1)$$

где  $N_{upcy}$  – количество случаев производственного травматизма работников подразделения  $u$  профессии  $p$  по причине  $c$  в  $y$  году;

$N_{uy}$  – количество работников подразделения  $u$  в  $y$  году;

$Y_{upcy}$  – суммарный ущерб в результате случаев производственного травматизма произошедшими с работниками подразделения  $u$  профессии  $p$  по причине  $c$  в  $y$  году, руб.

Этот ущерб можно определить как сумму потерь возмещения в связи с несчастными случаями:

$$Y = \sum Y_{г.р.} + \sum Y_{т.р.} + \sum Y_{м.в.}, \text{ руб.} \quad (4.2)$$

где  $Y_{г.р.}$  – затраты, связанные с гибелью работников, руб.;

$Y_{т.р.}$  – затраты, связанные с травмированием работников, руб.;

$Y_{м.в.}$  – возмещение застрахованному морального вреда, причинённого в связи с несчастным случаем на производстве, осуществляемое причинителем вреда, руб.

Затраты, связанные с гибелью работника состоит из:

$$Y_{г.р.} = Y_{пог.} + Y_{г.з.} + Y_{д.п.} + Y_{о.п.} + Y_{с.о.}, \text{ руб.} \quad (4.3)$$

где  $Y_{пог.}$  – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$Y_{г.з.}$  – выплаты семьям или нетрудоспособным иждивенцам работников, погибших вследствие несчастного случая на производстве, единовременного пособия, с учётом суммы единовременной страховой выплаты, предусмотренной статьёй 11 Федерального закона «Об обязательном

социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», руб.;

$Y_{д.н.}$  – выплаты детям погибшего работника до достижения ими 18 лет, руб.;

$Y_{о.н.}$  – затраты на обучение вновь принятого работника, руб.;

$Y_{с.о.}$  – затраты на обеспечение вновь принятого работника спецодеждой, спецобувью и другими СИЗ, руб.

Затраты, связанные с травмированием работника, вычисляются по формуле:

$$Y_{т.р.} = Y_{с.с.} + Y_{п.} + Y_{в.р.} + Y_{ч.п.} + Y_{п.е.}, \text{ руб.} \quad (4.4)$$

где  $Y_{с.с.}$  – пособие по временной нетрудоспособности, назначаемое в связи со страховым случаем и выплачиваемое за счёт средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве, руб.

Ежемесячные страховые выплаты выплачиваются застрахованным в течение всего периода стойкой утраты им профессиональной трудоспособности.

Выплаты по больничным листам производятся в соответствии с числом дней временной нетрудоспособности  $D_{бл.}$  и величиной среднедневной заработной платы  $Z_{дн.}$ :

$$Y_{с.с.} = D_{бл.} \times Z_{дн.}, \text{ руб.} \quad (4.5)$$

Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием выплачивается за весь период временной нетрудоспособности до выздоровления или установления стойкой утраты профессиональной трудоспособности в размере 100% среднего заработка (но не более суммы, предусмотренной бюджетом фонда социального страхования от несчастных случаев и профзаболеваний на производстве). Право застрахованного на обеспечение по страхованию возникает со дня наступления страхового случая.

$Y_n$ . – расходы на обеспечение лечебно-профилактическим питанием пострадавших в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, руб.;

$Y_{в.р.}$  – выплата пособий при временном переводе работников на другую работу по состоянию здоровья (возмещение сократившегося заработка), руб.;

$Y_{ч.п.}$  – возмещение ущерба работающим при частичной потере трудоспособности (доплата до среднего заработка), руб.;

$Y_{н.е.}$  – выплата единовременного пособия по инвалидности при установлении работнику группы инвалидности вследствие несчастного случая на производстве по вине работодателя, руб.

Источником получения данных  $Y_{поз.}$ ,  $Y_{з.з.}$ ,  $Y_{д.п.}$ ,  $Y_{с.с.}$ ,  $Y_n$ ,  $Y_{в.р.}$ ,  $Y_{ч.п.}$ , является бухгалтерия структурных подразделений, где произошли несчастные случаи.

Риск по профессии  $p$  для работников подразделения  $u$  в  $y$  году рассчитывается по формуле:

$$R_{upy} = \sum_c R_{upcy}, \text{руб./год} \quad (4.6)$$

Риск по причине  $c$  для работников подразделения  $u$  в  $y$  году рассчитывается по формуле:

$$R_{upy} = \sum_p R_{upcy}, \text{руб./год} \quad (4.7)$$

Общий риск по подразделению за год  $y$  находится по формуле:

$$R_{uy} = \sum_p R_{upcy} = \sum_c R_{upcy}, \text{руб./год} \quad (4.8)$$

Аналогичным образом производится расчёт для других сочетаний факторов, представленных в таблице 4.2.

Оценки профессиональных рисков только на основе имеющейся статистики по травматическим случаям недостаточно для реализации последующих этапов управления рисками, особенно для подразделений с традиционно низким уровнем производственного травматизма. Поэтому, принимая во внимание закон Герберта Хенриха [...], показывающий наличие статистической связи между тяжестью несчастных случаев и их количеством

(рисунок 4.1), был использован дополнительный источник статистической информации, а именно учтённые случаи полученных микротравм на производстве, что позволит на порядки расширить объем анализируемых данных.



Рисунок 4.1 – Пирамида Хенриха (травматизма)

С 2013 года распоряжением ОАО «РЖД» от 18.11.2013 № 2470р введена в действие Методика расследования, учёта и оценки микротравм, полученных работниками ОАО «РЖД» в процессе производственной деятельности.[...] Расчёт рисков на основе учтённых микротравм производится аналогичным образом, исключая оценку ущерба.

#### **4.2 Расчет оценки профессиональных рисков на основе анализа производственного травматизма**

Расчёт для первого сочетания факторов «Профессии – Причины». Для расчёта будут использованы примерные суммы.

Риск получения травмы для работника подразделения 2 профессии «водитель автомобиля» по причине «не соблюдение требования при погрузочно-разгрузочных работах» в 2018 году рассчитывается по формуле:

Д<sub>б.л.</sub> приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{с.с.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{c.c.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  (перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$$Y_{ч.п.} = \text{доплата до среднего заработка приблизительно } 3500 \text{ руб}$$

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда, } Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 = 12\,736,67 \text{ руб.}$$

$$Y = 94\,018 + 340\,589 + 12\,736,67 = 447\,343,67 \text{ руб.}$$

Расчёт для второго сочетания факторов «Профессии – происшествия».

Риск получения травмы для работника подразделения 2 профессии «водитель автомобиля» по виду происшествия «падение предметов» в 2018 году рассчитывается по формуле

Д<sub>б.л.</sub> приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{c.c.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{c.c.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  (перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$$Y_{ч.п.} = \text{доплата до среднего заработка приблизительно } 3500 \text{ руб}$$

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда, } Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 = 12\,736,67 \text{ руб.}$$

$$Y = 94\,018 + 340\,589 + 12\,736,67 = 447\,343,67 \text{ руб.}$$

Расчёт для третьего сочетания факторов «Профессии – последствия».

Риск получения травмы для работника подразделения 2 профессии «водитель автомобиля» по виду происшествия «тяжелый» в 2018 году рассчитывается по формуле

Д<sub>б.л.</sub> приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{c.c.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{c.c.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  (перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$Y_{ч.п.}$  = доплата до среднего заработка приблизительно 3500 руб

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

При потере трудоспособности (%) пенсия по инвалидности (3 группа) = 4403,24

$$\text{Тогда, } Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 + 4403,24 = 17\,139,91 \text{ руб.}$$

$$Y = 94\,018 + 340\,589 + 17\,139,91 = 451\,746,91 \text{ руб.}$$

Расчёт для четвертого сочетания факторов «Причины-происшествия».

Риск получения травмы для работника подразделений причин «не соблюдение требования при погрузочно-разгрузочных работах» по виду происшествия «падение предмета» в 2018 году рассчитывается по формуле

$D_{б.л.}$  приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{c.c.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{c.c.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  (перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$Y_{ч.п.}$  = доплата до среднего заработка приблизительно 3500 руб

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

При потере трудоспособности (%) пенсия по инвалидности (3 группа) = 4403,24

$$\text{Тогда, } Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 + 4403,24 = 17\,139,91 \text{ руб.}$$

$$Y = 94\,018 + 340\,589 + 17\,139,91 = 451\,746,91 \text{ руб.}$$

Расчёт для пятого сочетания факторов «Причины-Последствия».

Риск получения травмы для работника подразделений причин «не соблюдение требования при погрузочно-разгрузочных работах» по виду происшествия « падение предмета» в 2018 году рассчитывается по формуле

$D_{б.л.}$  приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{с.с.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{с.с.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  ( перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$Y_{ч.п.}$  = доплата до среднего заработка приблизительно 3500 руб

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

При потере трудоспособности (%) пенсия по инвалидности (3 группа) = 4403,24

$$\text{Тогда, } Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 + 4403,24 = 17\,139,91 \text{ руб.}$$

$$Y = 94\,018 + 340\,589 + 17\,139,91 = 451\,746,91 \text{ руб.}$$

Расчёт для шестого сочетания факторов «Происшествия-Последствия».

Риск получения травмы для работника подразделений по виду происшествия « падение предмета» по исходу случая «тяжелый» в 2018 году рассчитывается по формуле

$D_{б.л.}$  приблизительно равен 835 рублей, тогда

$$Y_{с.с.} = 835 \times 3 = 2505 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием работника:

$$Y_{с.с.} = 2505 \text{ руб.}$$

$$Y_{п.} - 0 \text{ руб.}$$

$Y_{в.р.}$  ( перевели на должность с меньшей тарифной ставкой) потерял в зарплате приблизительно 4596 руб.

$Y_{ч.п.}$  = доплата до среднего заработка приблизительно 3500 руб

$$Y_{п.е.} = 2162,67 \text{ руб.}$$

При потере трудоспособности (%) пенсия по инвалидности (3 группа) = 4403,24  
Тогда,  $Y_{т.р.} = 2505 + 0 + 4569 + 3500 + 2162,67 + 4403,24 = 17\,139,91$  руб.  
 $Y = 94\,018 + 340\,589 + 17\,139,91 = 451\,746,91$  руб.

За 10 лет в Дирекции произошло 7 несчастных случаев с различными исходами. 2 – смертельных, 2 – тяжелых, 3 – легких.

В 5 из 7 случаев допущены грубые нарушения в организации проведения работ, а именно, отсутствие средств индивидуальной защиты, отсутствие контроля со стороны ответственного руководителя проведения работ, нарушение технологического процесса. 2 из 7 неосторожность управления транспортным средством работником сторонней организацией.

#### **4.3 Пути снижения влияния человеческого фактора**

Основными причинами травматизма является человеческий фактор, а именно: недостатки в обучении безопасным приемам труда, неудовлетворительная организация и контроль за производством работ, нарушения технологического( производственного) процесса

Анкетирование работников производственных участков Свердловской дистанции гражданских сооружений. Часть результатов анкетирования с разбивкой по производственным участкам представлена в таблице 4.4.. Чем выше балл значимости проблемы, тем большее значение работники уделяют оцениваемому фактору. При анализе полученных результатов можно выделить как наиболее значимые проблемы( высокий балл значимости проблемы у большинства структурных подразделений), так и аномальные проблемы( высокий балл значимости проблемы у конкретного структурного подразделения). Полученные результаты анкетирования, в дальнейшем использовались для проведения идентификации опасностей.

По результатам проведенных исследований, включая данные, полученные при выполнении базовой оценки рисков, рабочие группы сформировали реестры недопустимых рисков, где для каждого действующего риска указали корректирующие мероприятия.

Таблица 4.4. Результаты анкетирования работников производственных участков Свердловской дистанции гражданских сооружений

Воздействию каких факторов производственного процесса Вы подвергаетесь, продолжительность этого воздействия?	Производственные участки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Шум, доставляющий Вам неудобства	65	69	56	73	33	75	33	65	52
2. Вибрация, доставляющая Вам неудобства	63	68	53	73	18	72	31	59	49
3. Недостаточная освещенность	46	58	49	40	12	58	27	52	39
4. Отсутствие естественного освещения	43	47	46	34	9	48	17	43	32
Экстремальные( повышенные/пониженные) температуры	30	40	31	5	8	28	24	38	26
6. Ядовитые пары, химикаты, чистящие и моющие	11	29	14	1	3	29	12	20	16
7. Пыль	31	48	33	95	6	51	15	44	26
9. Опасные машины и механизмы	35	63	43	42	19	61	29	54	34
10. Работа на высоте	29	20	24	12	62	54	14	31	27
11. Плохо разработанные или установленные средства отображения информации (приборы, мониторы,	34	34	21	22	7	45	17	32	27
12. Неудобное оборудование и автоматизация рабочего	52	38	27	22	8	53	19	41	30
13. Опасность от транспортных средств	37	42	26	27	6	51	33	42	35
14. Спецодежда, спецобувь и СИЗ не соответствуют	21	25	16	1	4	18	11	20	24
15. Другое	20	15	18	11	5	13	13	24	22
<b>Отметьте характерные для Вашего труда факторы:</b>									
1. Как часто за последние 12 месяцев Вам приходилось	33	39	16	20	6	25	21	46	34
2. Периодически повторяющаяся (однотипная) работа	57	57	41	35	11	49	38	66	54
3. Перенос и перемещение тяжестей	9	18	15	29	3	13	6	15	21
4. Недостаточный контроль выполняемой операции из-за несовершенства оборудования и технологии	21	22	16	24	2	29	10	22	24
5. Работа в условиях дефицита времени	34	33	25	28	5	21	23	35	31
6. Наблюдение за Вами, которое Вам не приятно	34	29	17	20	3	18	11	27	27
7. Недоукомплектованный штат (нехватка работников)	30	31	10	20	14	24	15	43	26
8. Продолжительность рабочего времени больше установленного трудовым кодексом	14	25	11	3	3	9	18	34	21
9. Потенциально угрожающее поведение коллег	7	12	6	1	1	8	3	10	16
10. Опасность для Вашей жизни и здоровья	14	32	15	4	7	12	7	24	31

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При написании выпускной квалификационной работы была выявлена проблема влияния человеческого фактора на безопасность труда.

В диссертации изложены новые технические, экономические и технологические решения по разработке теории и методов повышения безопасности труда на основе снижения влияния человеческого фактора, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие железнодорожного транспорта и экономики страны.

Основные научные выводы и результаты работы заключаются в следующем.

1. Показано, что основной причиной (50 - 75% от общего числа причин) производственного травматизма на железнодорожном транспорте являются ошибочные действия технического персонала.

2. Анализ существующих подходов к решению задач управления человеческим фактором показал, что в настоящее время не существует единой системы, позволяющей управлять человеческим фактором на производстве для обеспечения требуемого уровня безопасности и эффективности.

3. Разработан метод, позволяющий количественно оценить степень соответствия профиля работника профилю его профессии.

4. Предложены и обоснованы эффективные решения и практики по оптимизации технологических процессов в целях снижения роли человеческого фактора на этапах их проектирования и реализации с использованием риск-ориентированного подхода на основе метода функциональных сетей и метода анализа причин и последствий потенциальных несоответствий.

5. Предложены практические решения по применению разработанной модели на железнодорожном транспорте в целях снижения рисков производственного травматизма за счёт обоснованного подбора, расстановки и обучения персонала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации [Текст] : принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). — М. : АСТ : Астрель, 2007. — 63 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 29.07.2017) [Электронный ресурс] / Правовая система Консультант Плюс. —URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 22.04.2019 г.)
3. Политика ОАО «Российские железные дороги» в области охраны труда, защиты окружающей среды и промышленной безопасности (одобрена решением правления ОАО «РЖД» от 10.10.2008 г., протокол №34, с изм. от 27.12.2011 № 52 и от 25.11.2013 № 39)
4. СТО РЖД 15.002-2016 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Организация контроля и порядок его проведения». — М : ОАО «РЖД», 2016. — 48 с.
5. Аксенов, В.А. Основные направления совершенствования системы управления охраной труда на железнодорожном транспорте / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Н.М. Иосифова // Наука и техника транспорта. — 2012. — № 3. — С. 90-94.
6. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД» [Электронный ресурс] // Железная дорога. — Режим доступа: <http://rly.su/ru/> (дата обращения: 14.02.2017).
7. Тишанин, А.Г. Развитие системы менеджмента безопасности / А.Г. Тишанин // Железнодорожный транспорт. — 2011. — № 11. — С. 9-13.
8. Замышляев, А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте / А.М. Замышляев. — Ульяновск : Областная типография «Печатный двор», 2013. — 143 с.

9. Гапанович, В.А. Математическое и информационное обеспечение системы УРРАН / В.А. Гапанович., И.Б. Шубинский, А.М. Замышляев // Надежность. – 2013. – № 1. – С. 3-11.
10. ГОСТ 33432-2015 «Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта». – М. : Стандартинформ, 2016. – 22 с.
11. ГОСТ 33433-2015 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте». – М. : Стандартинформ, 2016. – 35 с.
12. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте. Утверждена Старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем 31.07.2010. – М. : ОАО «РЖД», 2010. – 132 с.
13. Влияние человеческого фактора на безопасность технических систем / Н.А. Махутов, Р.С. Ахметханов, Е.Ф. Дубинин, и др. // Научный информационный сборник «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». – 2014. – № 3. – С. 80-98.
14. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов. Монреаль: Международная организация гражданской авиации (ИКАО), 2003. – 229 с.
15. Салвенди, Г. Человеческий фактор. Том 1. Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина / Г. Салвенди. – М.: Мир, 1991. – 599 с.
16. Межрегиональная эргономическая ассоциация. – Режим доступа: <http://ergo-org.ru/history.html> (дата обращения: 03.05.2019).
17. Центральный институт труда [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 03.07.2015).
18. Котик, М.А. Природа ошибок человека-оператора: на примере управления транспортными средствами / М.А. Котик, А.М. Емельянов. – М. : Транспорт, 1993. – 252 с.

19. СТО РЖД 15.005-2013 «Система внутреннего аудита управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «РЖД»». – М. : ОАО «РЖД», 2014. –
20. Нерсесян, Л.С. Железнодорожная психология / Л.С. Нерсесян; – 2-е изд. – М. : ООО «РЕИНФОР», 2005. – 534 с.
21. Хинцен, А. Влияние человеческого фактора на безопасность на железной дороге / А. Хинцен. – Ахен: Институт транспортных наук Рейнско-вестфальского Технического Университета, 1993. – 434 с.
22. Ульянов, В.А. Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения негативных воздействий человеческого фактора: дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Ульянов Владимир Андреевич. – М., 2013. – 130 с.
23. Репина, И.Б. Учет влияния человеческого фактора на организационно-технологическую надежность производственных процессов инфраструктуры железных дорог: дис. ... канд. тех. наук : 05.02.22 / Репина Ирина Борисовна. – М., 2015. – 147 с.
24. Бодров, В.А. Психология профессиональной пригодности: учебное пособие для вузов / В.А. Бодров. – М. : ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
25. Эргономика на железнодорожном транспорте: учебное пособие / Г.М. Грошев, М.В. Иванов, И.Ю. Романова и др.; под ред. Г.М. Грошева, М.В. Иванова. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 390 с.
26. Плотинский, Ю.М. Модели социальных процессов: учебное пособие для высших учебных заведений / Ю.М. Плотинский; – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Логос, 2001. – 296 с.
27. Зайцева, Ж.В. Методические основы нечетко-когнитивного управления коммерческими рисками предприятий пищевой промышленности в условиях неопределенности: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05, 08.00.13 / Зайцева Жанна Викторовна. – М., 2008. – 188 с.
28. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия: первоначальные сведения.

Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» : учеб. пособие / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. – М. : Высш. шк., 2010. – 143 с.

29. Пути снижения влияния человеческого фактора на безопасность производственных процессов / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Ю.В. Завьялова и др. // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (Санкт-Петербург, 26–28 октября 2016 г.) : материалы V юбилейной междунар. науч.-практ. конф., – СПб., 2016. – С. 6-9.

30. Бондарев, И.П. Человеческие факторы в формировании безопасного поведения / И.П. Бондарев. // Стратегии обеспечения психологической безопасности в условиях неопределенности; материалы V Международного симпозиума. – Екатеринбург: 2014. – С. 75-80.

31. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник / А.Н. Адаменко, А.Т. Ашерев, И.Л. Бердников, П.И. Падерно и др.; под общ. ред. А.И. Губинского, В.Г. Евграфова. – М. : Машиностроение, 1993. – 528 с.

32. Робертс, Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам / Ф.С. Робертс. – М. : Наука, 1986. – 496 с.

33. Слободской, А.Л. Риски в управлении персоналом : учеб. пособие / А.Л. Слободской; под редакцией заслуженного деятеля науки РФ, д-ра экон. наук, проф. В.К. Потемкина. – СПб : СПбГУЭФ, 2011. – 155 с. 1

34. Лайтинен, Х. Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности / Х. Лайтинен. – Хельсенки : Институт профессионального здравоохранения Финляндии, 2000. – 24 с.

35. Аксенов, В.А. Повышение эффективности профилактики производственного травматизма работников путевого комплекса на основе учета человеческого фактора / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Л.А. Асташкина // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 4. – С. 11-15.

36. Бондарев, И.П. Учет человеческого фактора в профилактике

профессиональных рисков / И.П. Бондарев // Справочник специалиста по охране труда. – 2013. – № 7, – С. 20-23.

37. Климов, Е.А. Введение в психологию труда: учебник для вузов. 2-е изд. / Е.А. Климов; перераб. и доп.-е изд. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 334 с.

38. СТО РЖД 15.011-2015 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Организация обучения». – М. : ОАО «РЖД», 2014. – 43 с.

39. СТО РЖД 15.014-2017 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Управление профессиональными рисками. Общие положения». – М. : ОАО «РЖД», 2014. – 40 с.

40. Анализ состояния условий охраны труда в хозяйстве гражданских сооружений за 2018 год – 48 с.

41. Презентация «нулевого травматизма (Vision Zero)» - 30 с

42. Распоряжение ОАО «РЖД» от 06.12.2016 №2467 р «Об утверждении Методики оценки влияния человеческого фактора на возникновение случая травмы на производстве и определения доли ответственности причастных работников к этому событию» - 75 с

43. А Н А Л И З состояния производственного травматизма, охраны труда, положения дел с обеспечением промышленной безопасности, пожарной безопасности и непроизводственного травматизма на Свердловской железной дороге – филиале ОАО «РЖД» за 2018 года – 94 с.

44. Методические указания Комплексной системы управления охраной труда

45. Основные понятия и определения системы «Человек-машина-среда» [Электронный ресурс]// <https://iknigi.net/avtor-lidiya-berezkina/112618-ergonomika-lidiya-berezkina/read/page-3.html> (дата обращения 15.05.2019)