

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет транспорта (МИИТ)»  
РУТ (МИИТ)

На правах рукописи



ДЕМЕНТЬЕВА ЮЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА  
В ХОЗЯЙСТВЕ ПУТИ

05.26.01 – Охрана труда (транспорт)

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент

Завьялов Антон Михайлович

Москва – 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА .....	11
1.1 Анализ современных подходов к проблеме и анализу производственного травматизма .....	11
1.2 Специфичность условий труда работников путевого комплекса .....	21
1.3 Организация обеспечения безопасных условий труда и профилактики производственного травматизма на железнодорожном транспорте .....	23
Выводы по главе 1 .....	30
2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ХОЗЯЙСТВА ПУТИ ОТ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ .....	32
2.1 Статистический анализ производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги за период с 2004-2016 гг. ....	32
2.2 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния профессионального возрастного развития и стажа работников по специальности .....	35
2.3 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от дня недели и времени суток .....	45
2.4 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния трудовой функции и вида выполняемой работы .....	54
2.5 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния района производства работ и вида происшествия .....	58
2.6 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев .....	63
Выводы по главе 2 .....	68
3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ И ОЦЕНКЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ХОЗЯЙСТВА ПУТИ ОТ	

ВЛИЯНИЯ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ.....	71
3.1 Разработка однофакторных математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев .....	71
3.2 Разработка многофакторных математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев.....	77
3.3 Проверка значимости разработанных математических моделей в пределах допустимых погрешностей по критериям согласия .....	92
3.4 Прогнозирование показателей производственного травматизма на основе разработанных математических моделей .....	100
Выводы по главе 3 .....	103
4. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА РИСКОВ ТРАВМИРОВАНИЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ХОЗЯЙСТВЕ ПУТИ .....	104
4.1 Назначение и область применения методики .....	105
4.2 Порядок анализа рисков травмирования .....	108
4.3 Порядок прогнозирования рисков травмирования .....	111
4.4 Порядок учета и управления рисками травмирования .....	113
4.5 Разработка автоматизированной системы применения методики анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах .....	114
4.6 Оценка социально-экономической эффективности практического применения методов анализа и прогнозирования производственного травматизма .....	116
Выводы по главе 4 .....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	126
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	156
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	175
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	176

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 .....	178
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 .....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 .....	180
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 .....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 .....	182
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 .....	183

Список условных сокращений:

1. АРМ – аттестация рабочих мест.
2. КСОТ-П – комплексная система оценки состояния охраны труда на производственном объекте.
3. МОТ – Международная организация труда.
4. МАКО – Международная ассоциация социального обеспечения.
5. ОТ – охрана труда.
6. ОАО «РЖД» – Открытое акционерное общество «Российские железные дороги».
7. ПК – производственный контроль.
8. РФ – Российская Федерация.
9. СОУТ – специальная оценка условий труда.
10. СУОТ – система управления охраной труда.
11. СИЗ – средства индивидуальной защиты.
12. ТК РФ – Трудовой кодекс Российской Федерации.



## **Введение**

### **Актуальность темы исследования.**

Основным направлением политики железнодорожной отрасли в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности [3, 69, 73, 90, 151, 169, 255, 258, 259, 200, 202, 255, 258, 259].

Путевой комплекс является одним из важнейших и наиболее фондоемких хозяйств железнодорожного транспорта. Превалирующее большинство работников занято текущим содержанием и ремонтом пути, условия труда которых имеют ряд специфических особенностей, непосредственно связанных с перманентной повышенной опасностью и риском травмирования [5, 16, 19, 20, 23, 41-43, 54-69, 94, 108, 160, 205].

Наряду с существенными преобразованиями в системе управления охраной труда на железнодорожном транспорте, представительным объемом корпоративных стандартов и методик, целенаправленной деятельностью по обеспечению безопасности труда работников несчастные случаи, в том числе с инвалидным и смертельным исходом, в хозяйстве пути продолжают иметь место.

Производственный травматизм влечет за собой социальные потери и значительный материальный ущерб компании, что обуславливают актуальность и значимость изучения обстоятельств несчастных случаев и научного исследования причин, вызвавших их наступление [21, 22, 41 43, 54-69, 94].

### **Степень разработанности темы диссертационного исследования.**

Исследованию проблем безопасности производственных процессов на железнодорожном транспорте посвящены труды известных ученых: Аксенова В.А., Анненкова А.М., Анфилофьева Б.А., Белова С.В., Дегтярева В.О., Жукова В.Н., Лёвина Б.А., Пономарева В.М., Рахманова Б.Н., Ульянова В.А., Чернова Е.Д., Шварцбурга Л.Э., Шевандина М.А. и других.

Комплекс вопросов в части обеспечения безопасных условий и охраны труда изложен в научных работах: Левашова С.П., Поболя О.Н., Пушенко С.Л., Роика В.Д., Русака О.Н., Файнбурга Г.З., Федорца А.Г. и других.

Однако проблема производственного травматизма остается весьма насущной и существует объективная потребность в совершенствовании имеющихся методов предупреждения несчастных случаев и формировании превентивного инструмента, способного повысить безопасность трудовой деятельности работников хозяйства пути.

Научные аспекты в той постановке, которую выражает направленность и структура диссертационной работы, решаются впервые.

**Целью исследования** является повышение безопасности труда работников хозяйства пути на основе анализа и прогнозирования производственного травматизма.

**Задачи исследования:**

1. Провести аналитический обзор научных исследований и способов обеспечения безопасных условий труда, в т. ч. отраслевых стандартов и методик, действующих по системе управления охраной труда и профилактики производственного травматизма на предприятиях железнодорожного транспорта.

2. Проанализировать, оценить и обосновать статистические зависимости производственного травматизма хозяйства пути от влияния различных факторов.

3. Разработать комплекс математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев с учетом степени тяжести здоровья пострадавших, на их основе спрогнозировать возможное число пострадавших от несчастных случаев.

4. Разработать методику анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути и автоматизировать процесс ее применения.

5. Оценить социально-экономическую эффективность предложенных превентивных решений.

**Научная новизна исследования:**

1. Установлены и впервые научно обоснованы статистические зависимости производственного травматизма хозяйства пути от влияния различных факторов.
2. Разработан и обоснован комплекс математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев с учетом степени тяжести здоровья пострадавших.
3. Разработана методика анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути, которая впервые, в отличие от существующих методик, позволяет прогнозировать риски травмирования работников на конкретных рабочих местах на основе эмпирических весовых коэффициентов нарушений требований охраны труда.

**Объектом исследования** является производственный травматизм работников хозяйства пути и способы его профилактики.

**Предметом исследования** являются методы анализа и прогнозирования производственного травматизма работников хозяйства пути.

**Методы исследования:** статистические методы исследования производственного травматизма, методы математического моделирования и прогнозирования, теория вероятностей и математической статистики.

**Основные научные положения, выносимые на защиту:**

1. Оценка и обоснование статистических зависимостей рисков травмирования работников хозяйства пути от влияния различных факторов.
2. Комплекс математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев с учетом степени тяжести здоровья пострадавших.
3. Методика анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути.

**Достоверность и обоснованность результатов** диссертационной работы подтверждается сравнительным анализом существующих методов и подходов к решению вопросов безопасности труда, аналитической обработкой представительного объема статистических данных – актов о несчастных случаях

на производстве (форма Н-1), корректным применением известных методик и инструментов исследования, высокой сходимостью полученных результатов со статистическими данными в пределах допустимых погрешностей по критериям согласия, итогами внедрения и практического использования результатов диссертационной работы, а также многолетним опытом работы автора в части обеспечения безопасных условий и охраны труда на железнодорожном транспорте.

**Теоретическая и практическая значимость** диссертационной работы заключается в том, что представленные научные исследования производственного травматизма работников хозяйства пути и их результаты, выводы и предложения дают возможность повышения безопасности труда работников хозяйства пути за счет анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах и своевременного их устранения; разработанная программа для ЭВМ автоматизирует процесс ее применения, воспроизводит результаты с заданной точностью и оперативно формирует полученные сведения в соответствующем информативном документе (Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ от 29.10.2015 г. № 2015661490). Результаты диссертации нашли свое практическое применение в работе линейных предприятий хозяйства пути Куйбышевской железной дороги (Акт внедрения от 27.12.2015 г. № 1283/КБШДИ ПЧ11), в учебном процессе СамГУПС кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» (Акт практического использования от 13.09.2016 г.), в службе пути Куйбышевской дирекции инфраструктуры (Акты внедрения и практического применения от 16.01.2017 г.)

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных, всероссийских и отраслевых научно-практических конференциях, в том числе: V Международной науч.-практ. конф. «Наука и образование транспорту» (Самара, 2012г.), III Всероссийской науч.-практ. конф. «Образование, наука, транспорт в XXI веке: перспективы и инновации» (Оренбург, 2012г.), Всероссийской науч. конф. «Современное образование и транспортный комплекс России: проблемы и

перспективы развития» (Уфа, 2013г.), II Всероссийской науч.-практ. конф. «Транспортное образование и наука: проблемы и перспективы» (Уфа, 2013г.); V Международном социально-экономическом форуме «Безопасность. Технологии. Управление» (Тольятти, 2013г.), Международной науч.-практ. конф. «Молодежь как импульс в техническом прогрессе» (Оренбург, 2014г.), VII Международной науч.-практ. конф. «Наука и образование транспорту» (Самара, 2014г.), VII Международной науч.-практ. конф. «Отечественная наука: теории нового времени» (Екатеринбург, 2015г.), III Международной науч.-практ. конф. «Молодежь как импульс в техническом прогрессе» (Самара, 2015г.), Всероссийской науч.-практ. конф. «Российское образование: проблемы и перспективы» (Тайга, 2015г.); VI Международной науч.-практ. конф. «Транспортная инфраструктура Сибирского региона» (Иркутск, 2015г.), VIII Международной науч.-практ. конф. «Наука и образование транспорту» (Самара, 2015г.), Международной науч.-практ. конф. «Тенденции развития науки и образования» (Москва, 2015г.), Международной науч.-практ. конф. «Наука в обществе: закономерности и тенденции развития» (Магнитогорск, 2016 г.), Международной науч.-практ. конф. «Новая наука: от идеи к результату» (Стерлитамак, 2016г.), I Международной науч.-практ. конф. «Инновации в системах обеспечения движения поездов» (Самара, 2016г.), XI Международной науч.-практ. конф. «Наука и образование транспорту» (Самара, 2016г.); Международной науч.-практ. конф. «Транспорт России: проблемы и перспективы» (Санкт-Петербург, 2016г.), XI Международной науч.-практ. конф. «Наука и образование транспорту» (Самара, 2017г.).

**Личный вклад автора** заключается в определении идеи, постановке цели и задач исследования; осуществлении сбора, аналитической обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных лично автором; проведении анализа и оценки статистической зависимости рисков травмирования от влияния различных факторов; систематизации и применении полученных результатов исследования в разработке Методики анализа и прогноза рисков травмирования на рабочем месте в хозяйстве пути, автоматизации процесса ее

применения; личном участии автора в апробации результатов исследования в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги.

**Публикации.** Основные положения диссертационного исследования изложены и опубликованы в 35 работах (из них 18 в соавторстве), в т.ч. 5 работ в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 2 работы в рецензируемых научных изданиях, 1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 18 работ в материалах международных, всероссийских и отраслевых конференций, 6 работ в периодических изданиях, 3 учебных пособия.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, 10 приложений. Общий объем работы составляет 183 страницы, содержит 34 рисунка, 26 таблиц.

Список литературы включает 260 наименований, из них 12 иностранных.

## **Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА**

### **1.1 Анализ современных подходов к проблеме и анализу производственного травматизма**

Мировая политика в области охраны труда отвергла концепцию абсолютной безопасности и пришла к концепции приемлемого (допустимого) риска, суть которой в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в настоящий период времени. Развитие международной практики в вопросах обеспечения безопасности труда следует по пути менеджмента профессиональными рисками, создания и совершенствования эффективной системы управления охраной труда на предприятиях, минимизации социальных и экономических потерь, связанных с несчастными случаями на производстве [30, 86, 171, 175, 178, 217].

Сокращение производственного травматизма в России является важнейшей задачей системы управления охраной труда, поэтому актуальность вопросов оценки и управления профессиональными рисками значительно возрастает, абсолютным приоритетом является внедрение и развитие риск-ориентированной модели управления охраной труда. Эффективное решение постановочной задачи осуществляется путем совершенствования действующей системы, позволяющей реализовать превентивные подходы к сохранению жизни и здоровья работников на производстве. Основной механизм разработки и внедрения этой модели – изучение лучших практик, передового опыта зарубежных стран в области обеспечения безопасных условий и охраны труда в организациях [113, 165, 167, 182, 208, 216, 221, 230, 232, 241].

Законодательство Российской Федерации в сфере охраны труда гармонизируется с законодательством развитых стран, что способствует ускорению процесса реформирования национальной системы управления охраной труда [32, 35, 52, 80, 113, 137, 151, 182, 230-232, 239, 241, 243].

В этих целях ратифицирована Конвенция МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [223], главной задачей которой является защита здоровья работников и обеспечение охраны труда путем внедрения системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте и вовлечения в управление этими рисками основных сторон социального партнерства – государства, работодателей и работников [171, 178, 223].

МОТ предлагает системный процесс, позволяющий поэтапно проводить углубленный анализ производственного травматизма и на его основе разрабатывать комплекс профилактических мероприятий. МОТ пропагандирует известные постулаты безопасности трудовой деятельности работников:

- организация проведения научных исследований в области охраны труда и внедрение их результатов;
- обеспечение такого уровня охраны труда, при котором профессиональный риск возникновения несчастных случаев на производстве был бы минимален;
- гибель работника на производстве не является неотвратимой;
- несчастные случаи не происходят сами по себе;
- у всех несчастных случаев на производстве есть причины;
- большинство несчастных случаев можно предотвратить;
- достойный труд – безопасный труд [171, 178].

Вышеперечисленные принципы стали ключевыми для решения постановочных задач диссертационной работы – изучения обстоятельств несчастных случаев и научного исследования причин, вызвавших их наступление.

В сентябре 2017 года Международной ассоциацией социального обеспечения (МАКО) было запущено направление Концепции «Vision Zero», которое было поддержано Министерством труда и социальной защиты РФ подписанием Меморандума о взаимопонимании и сотрудничестве по продвижению Концепции «Нулевого травматизма» [175].

«Vision Zero» или «Нулевой травматизм» – это качественно новый подход к организации и обеспечению профилактики, объединяющий следующие



направления: безопасность труда, гигиену труда и благополучие работников на всех уровнях организации. Разработанная МАКО концепция «Vision Zero» отличается гибкостью и может быть адаптирована к целенаправленным мерам профилактики производственного травматизма в любых отраслях народного хозяйства во всех регионах мира. Концепция предлагает семь «золотых правил», реализация которых позволит содействовать работодателю в снижении показателей производственного травматизма [175]. Диссертационные исследования, проведенные автором целенаправленно способствуют поддержанию предлагаемой Концепции и направлены на разработку профилактических мероприятий по повышению безопасности труда работников.

Несчастные случаи на производстве не переопределены судьбой и не являются неизбежными, всегда есть причины, влекущие за собой трагические или фатальные события. Согласно известной пирамиде Гейнриха одному смертельному несчастному случаю предшествуют 10-30 тяжелых травм, 100-300 легких, с потерей трудоспособности на один день и более, 1000-3000 микротравм, не повлекших за собой временную трудоспособность работник и необходимость его перевода на другую работу [4, 3, 8, 17, 22, 89, 130].

В диапазон задач по управлению охраной труда каждой организации входит определение факторов, способствующих возникновению рисков травмирования, исследование их уровней воздействия на работающих, разработка целенаправленных мероприятий по своевременному устранению рисков травмирования, а также постоянный мониторинг обеспечения безопасности на рабочих местах [4, 5, 6, 11, 38, 44, 52, 85, 96, 143, 153, 162, 173, 183, 192, 221, 229, 240].

До настоящего времени концепция профессиональных рисков в системе государственного правового регулирования Российской Федерации не получила достаточного развития в качестве практического инструмента, в частности отсутствует типовая модель оценки и анализа рисков травмирования, как количественной меры опасности [31, 34, 38, 80, 86, 118, 139].

Однако в теории существует множество подходов, методов и инструментов по оценке и управлению профессиональными рисками, поэтому эта проблема является актуальной и требующей ее разрешения.

Рассмотрим межотраслевые методы и инструменты, отраслевые методики и стандарты по обеспечению безопасных условий и охраны труда работников, которые могли бы способствовать разработке методических подходов к анализу и прогнозированию производственного травматизма в наиболее травмоопасных хозяйствах железнодорожного транспорта.

Исследование теоретических вопросов, связанных с оценкой, анализом и управлением профессиональными рисками, является научной и практической задачей. Наряду с изучением их сущности, основных характеристик и функций, большое значение имеют причины и сфера их возникновения, а также степень тяжести последствий в результате их воздействия. Исторические аспекты развития терминологической базы профессиональных рисков, их классификация по характерным отраслевым критериям и признакам, сущности и содержанию, а также подходы к оценке, анализу и управлению профессиональными рисками рассматриваются в работах [4, 11, 15, 26, 29, 30, 44, 84, 85, 92, 97, 103, 110, 117, 124, 143, 153, 163, 164, 168, 173, 181, 207, 211, 216, 221, 228-233, 237, 246].

Левашовым С.П. в качестве «Кодекса лучшей практики» предлагается принять уровни рисков наступления несчастных случаев, достигнутые в странах с высокими показателями безопасности труда и при разработке методических подходов основываться на анализе статистических данных исследуемого объекта экономической деятельности [121, 123, 124]. В качестве критериев оценки рисков производственного травматизма Левашовым С.П. предлагается принять прогнозируемую частоту травматизма от приоритетных факторов профессионального риска и потенциальные последствия, вызванных воздействием этих рисков. Причинно-следственные связи событий травмирования и вызываемых ими последствий устанавливаются результатами регрессионного анализа производственного травматизма.

Аналогичный подход к проблеме производственного травматизма предлагают польские ученые D. Koradecka, M. Pośniak, M. Widerszal-Bazyl, идеологией которого является расчет уровня потенциально возникающих опасностей на основе оценки фактически существующих профессиональных рисков, проведения корреляционного и регрессионного анализа и последующим структурным моделированием вероятностных негативных событий [254].

Коллектив авторов во главе с Cheartam Deane рекомендуют пошаговую профилактику производственного травматизма уже на стадии проектирования рабочего места, его оборудования и разработки технологического процесса, парадигмой внедрения и использования которого состоит из четырех фаз: планирование, анализ, проект и оценка [249].

Ученый Revelle Jack предлагает метод идентификации профессиональных рисков и последующего их устранения путем составления блок-схемы, в которой должен точно отражаться весь производственный процесс с учетом возникновения потенциальных рисков и их своевременного устранения. В своей работе автор акцентирует внимание на ранжировании основных и сопутствующих причин несчастных случаев на производстве, составлении соответствующей пошаговой документации, включающей картографию рабочих мест [257].

В трудах коллектива ученых Великобритании под руководством Shepherd S.J. представлена модель организации безопасного труда на основе анализа поведенческого аудита работников посредством интервью и последующей обработки результатов опроса. Ключевым аспектом модели является культура профессиональной безопасности, построенная на доверительных отношениях между работником и работодателем. Данный способ позволяет оценить профессиональную компетентность и определить отношение работников к вопросам безопасности труда, а также прогнозировать их потенциальное реагирование на возникающие опасности и риски [258].

Похожий метод предлагается российскими учеными Кузьминой В.В., Сердюком В.С., авторской позицией которых предусматривается совершенствование методов выявления причин профессиональных рисков путем

использования нормативной базы [119, 189, 190] в соответствии с которой составлен алгоритм дефрагментации трудовой деятельности работников, изучение психологических и социальных факторов возникновения профессиональных рисков путем проведения регулярных бесед сотрудников с психологом, социальных опросов и анкетирования.

В работах Григорьевой С.М., Новикова Н.Н., Стасевой Е.В. и других [52, 141, 204, 209, 210] процесс идентификации и оценки профессиональных рисков основан на результатах проведения АРМ, СОУТ и ПК, а заключительный его процесс – на руководящих документах по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса [176] и оценке профессионального риска для здоровья работников [177]. Положения нормативной документации позволяют оценить профессиональный риск в результате воздействия только вредных производственных факторов. Определение параметров травмоопасности рабочего места в данном случае не представляется возможным.

Тимофеевой С.С., Новиковым Н.Н., Калькисом В., David J. Ball., Watt J. и многими другими ученым и специалистами в области безопасности труда [22, 31, 103, 140, 237, 209, 250, 143] предлагается использовать наиболее информативные и часто используемые методы оценки рисков на основе матрицы «вероятность-ущерб» по различным характеристикам возникновения риска и тяжести его последствий. Сущность метода заключается в том, что эксперт для каждой ситуации определяет ранг вероятности ее наступления (например: низкая, средняя, высокая вероятность) и соответствующий этой ситуации потенциальный ущерб (например: малый, средний, большой). Недостатком этого метода является его абсолютная субъективность, так как различные эксперты, имеющие достаточно широкий профессиональный опыт в области обеспечения безопасности труда, будут оценивать одну и ту же ситуацию по-разному, основываясь на личных знаниях, опыте, ощущениях [209].

Опасностям и рискам внешнего мира человек всегда противопоставляет свой разум, рациональные действия по защите от угроз и свое управление рисками. Поэтому оценка условий труда неизбежно сочетается с защитой от

рисков, с регламентацией безопасного поведения работающего в данных внешних условиях [217].

Ученые Аксенов В.А., Григорьев Н.Н., Жукова С.А., Завьялов А.М., Пономарев В.М., Файнбург Г.З., и многие другие рассматривают человеческий фактор, психофизиологические критерии и особенности работников, как основную причину аварий, несчастных случаев и других чрезвычайных происшествий [2, 5, 7, 9, 51, 89, 83, 89, 217, 214]. Авторы рассматривают вопросы влияния человеческого фактора на безопасность труда в организации и отводят ведущую роль в эффективном управлении охраной труда корпоративной культуре, которая выступает главным ориентиром в регуляции организационной активности.

Ворошилов С.П., Гаранин М.А., Елагина М.А., Иванов В.В., Пономарев В.М., Пушенко С.Л., Русак О.Н., Файнбург Г.З., Шварцбург Л.Э. в своих работах рассматривают некачественное обучение работников требованиям охраны труда, как одну из основных причин производственного травматизма, а также вопросы развития компетентности работников в этой сфере на основе стандартизации, учета и усиления контроля [38, 39, 41, 63, 74, 75, 95, 126, 155, 163, 168, 181, 220]. Для достижения стратегической цели авторы предлагают различные методы и мероприятия: использовать программы, содержащие раздаточный материал в виде практических заданий и пособий, а также видеоинформационный комплекс, формирующие и развивающие у работников компетентный подход к управлению собственной безопасностью. Разработанные и предлагаемые превентивные мероприятия позволяют работникам заблаговременно выработать начальные навыки правильных и решительных действий в неожиданных и опасных ситуациях а, следовательно, сформировать умения выявлять и предотвращать риски событий травмирования.

Повышению безопасности труда в различных отраслях народного хозяйства, анализу и прогнозированию уровня профессиональных рисков, разработке превентивных мероприятий по предупреждению производственного травматизма посвящены диссертационные работы.

Научные работы Бодня М.С., Макарова П.В., Плошкина В.В., Пушенко С.Л., Румянцевой Н.В., Стасевой Е.В. направлены на совершенствование и повышение эффективности организации охраны труда в строительстве, совершенствование методик оценки и управления профессиональными рисками [32, 129, 144, 163, 179]. В своих трудах авторы используют различные подходы: математическое моделирование зависимости между частотой и вероятностью несчастных случаев, экспертную и прогнозную оценку условий труда работников, оценку и анализ уровня безопасности рабочего места на основе результатов АРМ, СОУТ, ПК, метод балльной оценки, метод оценки уровня индивидуального профессионального риска и анкетного опроса работников.

Диссертационные работы Кочетковой Е.А., Хусаиновой Р.Г., Карначева И.П., Даниленко А.Г., Истомина Р.С., Добровольского А.И., Воробьевой О.В. посвящены проблемам безопасности труда и сохранения здоровья работников горной промышленности. Авторами разработаны инновационные и усовершенствованы действующие методики по повышению эффективности системы управления охраной труда, предупреждению производственного травматизма при горных работах. Предложена и обоснована целесообразность изменения режимов труда и отдыха работников в особых температурных условиях, проведены ретроспективный и прогнозный анализ производственного травматизма на основе балльной системы, использован метод оценки производственных рисков путем ранжирования требований безопасности с учетом индекса риска и индекса безопасности [26, 36, 53, 100, 105, 115, 235].

В научных трудах, Рыбалченко К.Ю., Шадрин Р.О. рассмотрены вопросы обеспечения безопасных условий и охране труда, снижению производственного электротравматизма в электроэнергетической отрасли на основе разработки информационной системы анализа и прогнозирования показателей травматизма, а также процессной модели системы обеспечения и управления охраной труда на предприятии [184, 238].

Охране труда в отрасли агропромышленного комплекса были посвящены диссертации Дмитриева М.С., Сердитова В.А., Калугина А.А., Никулина В.В., Тимофеевой С.С., Левашова С.П., Яковлевой Е.В. В своих работах авторы предлагают повысить безопасность труда работников сельскохозяйственного производства за счет проведения статистического анализа производственного травматизма для принятия превентивных управленческих решений, а также акцентируют внимание на снижение аварийности и несчастных случаев в транспортно-технологическом процессе посредством инженерно-технических и организационных мероприятий [71, 102, 123, 188, 209].

Научная работа Андреевой Е.Е. отражает систему оценки и управления профессиональными рисками на предприятиях авиационного машиностроения с использованием результатов АРМ, ПК и анализа значимости психосоциальных факторов производственной и непроизводственной сферы работников [15].

В фокусе внимания автора стало рассмотрение и анализ диссертационных работ, в которых проведены научные исследования производственного травматизма на предприятиях железнодорожного транспорта и разработаны соответствующие методы и подходы по повышению безопасности труда железнодорожников.

Донцов С.А. предлагает в своем подходе оценивать уровень травмоопасности железнодорожников по интегральному показателю оценки условий труда на рабочих местах отношением общего количества рабочих мест и количества рабочих мест с травмоопасными условиями труда (3 и 4 классы) в структурном подразделении. Используя этот метод, любое хозяйство, предприятие может без затруднений определить интегральный показатель травмоопасности по каждой профессии (рабочему месту) и составить соответствующий рейтинг, позволяющий определить наиболее травмоопасные профессии (рабочие места) в количественном эквиваленте и принять необходимые меры [73]. Ключевым, на сегодняшний день, недостатком данного подхода является упразднение мероприятия АРМ и сменой его на СОУТ, которая

не учитывает параметры травмоопасности рабочих мест, а, следовательно не позволяет оценить риски травмирования работников.

Ульянов В.А. в своем научном труде выделяет основные причины производственного травматизма железнодорожников: низкие уровни производственной и технологической дисциплины, знаний требований нормативно-технической документации в области охраны труда и правил безопасности и подготовки персонала [215]. Все вышеперечисленные причины автор напрямую связывает с проблемой человеческого фактора на производстве. Для решения постановочной задачи Ульянов В.А. разработал и реализовал на практике концепцию защиты предприятия от негативных воздействий человеческого фактора на основе системного анализа состояния охраны труда и причин производственного травматизма. Данная концепция включает в себя единую систему и технологию контроля за соблюдением периодичности аттестации персонала по охране труда с применением карт доступа (универсальных удостоверений), корректировку срока периодической аттестации специалистов предприятий по требованиям правил безопасности, регламентирующих безопасное производство работ, а также форму и систему мотивации персонала с усовершенствованным формированием переменной части заработной платы, направленную на соблюдение требований нормативно-технической документации в области охраны труда. Наряду с этим создана автоматизированная система контроля за аттестацией персонала на производстве, предназначенная для предотвращения допуска на территорию предприятия и к конкретному техническому устройству неаттестованного персонала [215]. Предложенная форма и система мотивации, направленные на материальную заинтересованность и ответственность персонала в части соблюдения требований безопасности труда, весьма адекватна для существующей системы управления охраны труда в ОАО «РЖД» и занимает одно из значимых направлений в аспекте предупреждения производственного травматизма на предприятиях железных дорог.



Тесленко И.М. провела научные исследования производственного травматизма путем ретроспективного статистического анализа показателей производственного травматизма Дальневосточной железной дороги [206]. В своей диссертационной работе автор рассмотрела влияние различных факторов на показатели производственного травматизма методом поиска корреляционных связей и последующим прогнозированием уровня травматизма. Результатом исследований явилось обобщенное представление о проблеме производственного травматизма по дороге в целом [206]. Использование на практике данного подхода не представляет возможным выделить конкретное хозяйство и определить зависимость наступления несчастных случаев от влияния специфических факторов, таких как профессия, вид трудовой деятельности и район производства работ. Поэтому результаты исследований не могут быть объективно использованы в отдельно выбранном хозяйстве, деятельность которого значительно отлична от других.

## **1.2 Специфичность условий труда работников путевого комплекса**

Специфичность условий функционирования железнодорожного транспорта, сложность и разнообразие производственных процессов, высокие скорости подвижного состава, инновации в технологиях производства, их частая смена, модернизация машин и механизмов, сложность и потенциальная опасность в их обслуживании, большая ответственность за результаты собственного труда заставляют уделять значительное место вопросам безопасности [1, 6, 8, 17, 34, 43, 58, 64, 73, 82, 91, 108, 125, 150, 151, 154, 156, 169, 214, 244, 258, 259].

Основной задачей работников путевого комплекса является бесперебойное движение поездов при безусловном обеспечении исправного содержания железнодорожного пути и путевых устройств. Превалирующая часть контингента работников хозяйства пути по основным направлениям деятельности занято на работах по текущему содержанию и ремонту пути, специфичность которых имеет ряд особенностей, непосредственно влияющих на безопасность труда [5, 16, 19, 20, 23, 41-43, 54-69, 94, 108, 160, 205].

Анализ производственного травматизма за ряд последовательных лет показал, что хозяйство пути является самым травмоопасным среди других организационных структур железнодорожного транспорта. Средний коэффициент частоты травматизма в хозяйстве пути в 1,5 раза превышает показатели по полигону дороги и 1,2 раза по коэффициенту частоты со смертельным исходом [13, 14, 59, 69, 206].

Осуществление работниками производственных процессов связано с обеспечением движения высокоскоростных поездов на путях железнодорожных перегонов при интенсивном разностороннем их движении, протяженностью тормозных путей подвижных составов, ограниченном расстоянии между осями смежных путей, а также большой протяженностью фронта работ при ограниченном обзоре, низкой освещенностью рабочей зоны в темное время суток. При выполнении ряда технологических операций работники вынуждены находиться в непосредственной близости от движущегося или готового к движению подвижного состава, в зоне его габарита – в пределах поперечного очертания подвижного состава, что сопряжено с перманентной повышенной опасностью труда и риском травмирования. Работая круглосуточно на открытой территории в различных метеорологических и климатических условиях, работники подвергаются воздействию повышенных и пониженных температур воздуха рабочей зоны и других погодных факторов. В зимний период времени из-за снежных заносов и гололедицы ухудшается состояние производственной территории: переходов железнодорожных путей, передвижения по междупутьям, что резко увеличивает опасность травмирования при спотыканиях, падениях [43, 58, 61, 82, 99, 108, 158, 160].

Следствием опасных условий труда в хозяйстве пути является повышенный уровень производственного травматизма, который влечет за собой социальные потери и значительный материальный ущерб компании [21, 22, 4143, 54-69, 94].

Во время трудовой деятельности на работников путевого хозяйства могут воздействовать следующие опасные производственные факторы:

- движущийся подвижной состав, дрезины, путевые машины, подвижные части их оборудования, автомобильный транспорт и другие транспортные средства;
- перемещаемые материалы верхнего строения пути, сборные конструкции и другие предметы;
- повышенное значение напряжения электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- пониженная или повышенная температура поверхностей оборудования, инвентаря, инструмента и металлических частей верхнего строения пути;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли;
- физические перегрузки при перемещении тяжестей вручную [99, 158].

В условиях работ путевого хозяйства нередко обстоятельства складываются так, что у работника не остается времени на принятие необходимых, адекватных данной ситуации решений. Поэтому работникам абсолютно необходимы четкие знания о безопасном поведении на объектах транспорта, навык постоянной концентрации внимания, умение быстро и четко ориентироваться в создавшейся ситуации, привычка неуклонно соблюдать производственную дисциплину и требования охраны труда [5, 16, 22, 62, 63, 108, 152, 154, 155].

### **1.3 Организация обеспечения безопасных условий труда и профилактики производственного травматизма на железнодорожном транспорте**

Система управления охраной труда на предприятиях железнодорожного транспорта складывалась многими десятилетиями. В современных условиях создание и обеспечение безопасных условий труда, направленных на сохранение жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности, одна из приоритетных задач, которой руководство ОАО «РЖД» уделяет постоянное внимание. В русле современных модернизационных тенденций решается задача

перехода от «реактивной» системы управления охраной труда, когда анализируются причины уже происшедших нежелательных событий и негативных последствий, к «проактивной», когда центром внимания становятся предпосылки возникновения таких событий с целью формирования превентивных подходов к обеспечению безопасности труда и сохранению здоровья работников на производстве, т.е. управление измеримыми параметрами производственной деятельности с целью получения запланированного результата и недопущения случаев травмирования [3, 4, 6, 11, 17, 34, 90, 91, 125, 151, 154, 169, 170, 200, 215, 243].

В соответствии с нормативно-правовыми актами РФ в ОАО «РЖД» проводится государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда и трудового законодательства, осуществляемые федеральными органами исполнительной власти по надзору в установленной сфере деятельности, а также общественный контроль за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда, осуществляемый Роспрофжел, комитетами по охране труда, уполномоченными (доверенными) лицами по охране труда.

Система управления охраной труда в ОАО «РЖД» (далее – СУОТ в ОАО «РЖД») отражается своей концепцией и положениями в отраслевом Стандарте [200], разработанном на основе Конвенции № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [225], признавшей глобальные масштабы производственного травматизма, Рекомендации МОТ № 197 «Об основах, содействующих охране труда» [223] и всецело реализует требования ТК РФ в аспекте обеспечения безопасных условий и охраны труда работников [200].

Требования Стандарта по принципам построения системы управления охраной труда, объединению ее функций в систему и применению основных терминов взаимосвязаны с требованиями Национальных стандартов РФ по системе управления охраной труда [46, 47, 48, 49] и основными положениями Руководства по системам управления охраной труда МОТ [171, 178] с учетом

научных достижений, национальных условий, особенностей применения и практики управления охраной труда в ОАО «РЖД» [200].

Политика в области охраны труда ОАО «РЖД» построена на основных положениях государственной политики в области охраны труда, установленной статьей 210 ТК РФ [212], с учетом специфики производственной деятельности.

Одними из основных направлений политики ОАО «РЖД» в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности;
- организация проведения научных исследований и в области охраны труда и внедрение их результатов;
- снижение потенциальных профессиональных рисков при осуществлении производственной деятельности и обеспечение такого уровня охраны труда, при котором профессиональный риск возникновения несчастных случаев на производстве минимален;
- повышение эффективности предупреждающих мер по соблюдению требований охраны труда;
- непрерывное совершенствование СУОТ [34, 91, 169, 200].

Основные цели и задачи СУОТ в ОАО «РЖД» включают в себя мероприятия по созданию и обеспечению безопасных условий труда, предупреждению и сокращению производственного травматизма, снижению размера финансовых расходов и потерь от несчастных случаев на производстве, а также привлечение работников к участию в управлении охраной труда [200].

Для повышения роли руководителей, возможности оперативного принятия решений, оптимизации документооборота внедрен стандарт «Производственный контроль условий труда в ОАО «РЖД». Общие положения» в филиалах ОАО «РЖД» в зависимости от уровня производственного травматизма действует система четырех режимов управления охраной труда [91, 169]:

- «Основной»: штатное положение – уровень производственного травматизма не превышает уровень прошлого года;

– «Усиленный»: состояние производственного травматизма – умеренно–опасное (для центральной дирекции – отмечен рост общего травматизма относительно аналогичного периода на 20% и более, для региональной дирекции – на 10% и более, для линейного предприятия – достаточно любого, даже самого незначительного, роста травматизма);

– «Повышенный»: состояние производственного травматизма – опасное (для центральной и региональной дирекций - отмечен рост смертельного травматизма относительно аналогичного периода прошлого года, для линейного предприятия – допущен случай тяжелого травматизма или групповой с легким исходом);

– «Индивидуальный» (может вводиться только на линейном предприятии): состояние производственного травматизма – тяжелое (допущен смертельный случай или групповой с тяжелым исходом) [91, 169].

Данным Стандартом определены порядок и критерии ввода перечисленных режимов, регламент действий руководителей филиалов ОАО «РЖД» и их структурных подразделений при установлении того или иного режима управления охраной труда, а также период проведения каждого из режимов. Руководитель филиала ОАО «РЖД» или его структурного подразделения, анализируя положение дел с производственным травматизмом, самостоятельно вводит соответствующий режим управления охраной труда. Для каждого режима управления определены виды работ в период его действия, а также периодичность их выполнения [91, 169].

В целях функционирования и совершенствования системы управления охраной труда в части организации и проведения контроля соблюдения требований охраны труда на предприятиях ОАО «РЖД» действуют положения Стандарта по организации контроля в системе управления охраной труда, которым регламентировано проведение внутреннего аудита, комплексных, целевых и оперативных проверок состояния охраны труда филиалов, структурных подразделений центральных и региональных дирекций [91, 202].

Наряду с многоуровневым аудитом в рамках линейных предприятий железнодорожного транспорта, внедрена и функционирует Комплексная система оценки состояния охраны труда на производственном объекте (далее – КСОТ-П), упразднившая трехступенчатый контроль по охране труда [91, 201, 202].

Основными отличительными преимуществами КСОТ-П от трехступенчатого контроля являются:

- визуализация ситуации с охраной труда непосредственно на каждом производственном участке;
- вовлеченность персонала в улучшение условий труда и более оперативное реагирование на выявление замечания;
- оценка состояния охраны труда и планирование мероприятий путем расстановки балльной оценки соответствия нормативным требованиям охраны труда по каждому критерию [25, 91, 169].

КСОТ-П структурных подразделений дорожного подчинения заключается в систематическом многоступенчатом контроле за состоянием охраны труда в организациях с целью определения факторов рисков, разработки системы управления факторами рисков и создания безопасных условий труда [91, 169, 202].

Целью КСОТ-П является вовлечение руководителей среднего звена, профсоюзных организаций и непосредственных исполнителей работ к управлению охраной труда, предупреждению случаев производственного травматизма с последующим анализом полученной информации, оценкой факторов рисков и выработкой мероприятий по устранению выявленных нарушений. Наряду с этим, КСОТ-П позволяет проводить визуальный контроль за состоянием охраны труда в структурном подразделении, формирует прозрачную систему самоаудита по вопросам обеспечения безопасности труда [91, 169, 202].

Визуализированное представление состояния охраны труда предусматривает заполнение «Формы визуализированной информации», обусловленной критериями ежедневной оценки состояния охраны труда с градацией по пяти цветам (красный, оранжевый, синий и зеленый). Пятицветное

отображение несоответствий определяется в зависимости от установленных нарушений и в соответствии с Перечнем опасностей и предупреждений для ежедневной оценки состояния охраны труда, регламентированной КСОТ-П. При проведении ежедневного (ежесменного) контроля результаты проверки заносятся в Форму визуализированной информации путем закрашивания одной ячейки соответствующим цветом, отображающим состояние условий труда в производственном подразделении. Цветовая визуализация позволяет определить состояние охраны труда за текущий месяц [91, 169, 202].

Система КСОТ-П предусматривает трехуровневую систему контроля соответственно корпоративной иерархии. Результаты проведенных проверок формализуются в типовых контрольных листах и определяются в балльной оценке. Итоги аудита определяются общей суммой баллов, по количеству которых оценивается общее состояние охраны труда на предприятии [169].

К слабым сторонам КСОТ-П относятся:

- значительная нагрузка на специалиста по охране труда предприятия, связанная с переработкой нормативной документации;
- длительные сроки устранения замечаний, связанных с работой смежных хозяйств;
- отсутствие финансового фонда для оперативного выполнения мероприятий по устранению выявленных несоответствий [91, 112].

Кроме перечисленных «слабых сторон» в КСОТ-П также следует выделить следующие недостатки:

- недостаточный и неточный классификатор типовых отраслевых замечаний и нарушений, которые могут идентифицироваться в ходе проведения проверок состояния охраны труда на рабочих местах;
- относительная градация опасностей по категориям;
- обобщенная информативность визуализированной формы при выявлении опасностей различных категорий;
- большой объем бюрократической процедуры оформления результатов аудита [91].



В целях определения порядка оценки уровня профессионального риска и порядка формирования мероприятий по его снижению для объектов железнодорожного транспорта в ОАО «РЖД» действует Стандарт по управлению профессиональными рисками [199]. Постановочной задачей Стандарта является повышение эффективности и обоснованности принятия управленческих решений на основе результатов оценки профессиональных рисков. Стандарт устанавливает назначение и структуру системы управления профессиональными рисками, определяет порядок оценки профессиональных рисков и содержит рекомендации по их обработке, а также разработке мероприятий по их снижению и поддержанию на допустимом уровне [199].

Методика анализа и оценки профессиональных рисков для работников ОАО «РЖД» разработана и действует с целью повышения эффективности и обоснованности принятия решений об управлении охраной труда ОАО «РЖД», снижения и поддержания профессиональных рисков в допустимом уровне на основе результатов оценки профессиональных рисков. Задачами методики являются: оценка профессиональных рисков на основе статистики причин и количества травм (для предприятий, на которых были травмы); оценка профессиональных рисков на основе сочетания двух оценок: на основе статистики и на основе экспертной и количественной оценки; анализ условий труда; количественная оценка условий труда. На предприятиях с нулевым травматизмом оценка профессиональных рисков осуществляется на основе экспертной и количественной оценки предприятия. Методика устанавливает порядок оценки риска на сетевом, дорожном и региональном уровнях [127, 133].

Методика определения целевых показателей действует и предназначена для определения прогнозных целевых значений показателей производственного травматизма для филиалов ОАО «РЖД» и на центральном уровне управления [134]. В соответствии с Методикой целевые показатели производственного травматизма – это ожидаемая величина, характеризующая уровень производственного травматизма, устанавливаемая для конкретных показателей, в конкретных единицах на определенный период времени [134]. Методика

разработана на основе статистического и регрессионного анализа производственного травматизма продолжительного временного периода, с использованием метода графической экстраполяции линии тренда на последующие временные ряды. Методика позволяет распространить закономерность исследуемой взаимосвязи и показывает значения числа пострадавших за пределами заданных фактических значений [134].

### **Выводы главе 1**

Рассмотренные подходы, стандарты и методики, направленные на профилактику производственного травматизма, в той или иной степени могут быть рычагом, обеспечивающим существенные изменения в системе управления охраной труда на предприятиях железнодорожного транспорта.

Однако ни один из существующих способов обеспечения безопасных условий и охраны труда, методов анализа и прогнозирования производственного травматизма, в том числе действующих на предприятиях хозяйства пути, не способны объективно спрогнозировать риски травмирования на конкретном рабочем месте, обусловленные нарушениями требований охраны труда, которые способны повлечь за собой несчастный случай.

Действующие отраслевые стандарты и методики являются едиными для применения всеми структурами железнодорожного транспорта и не учитывают специфичность трудовой деятельности работников отдельных хозяйств, что не позволяет идентифицировать соответствующие причины потенциальных несчастных случаев и своевременно оценить риск травмирования на конкретном рабочем месте. Методики и стандарты, действующие в ОАО «РЖД» разработаны в основном на условных критериях, показателях и относительных величинах, что дает общее представление о существующих опасностях.

Таким образом, существующие методики и стандарты не обеспечивают объективного анализа и прогнозирования рисков травмирования на рабочих местах, так как не позволяют выявлять потенциальные опасности, возможность

возникновения которых может быть весьма высокой, а также не способствуют своевременной реализации мероприятий по устранению или снижению уровня травмоопасных ситуаций на конкретном рабочем месте.

Поэтому необходимо разработать новый превентивный инструмент, способный не деформируя в целом действующую систему управления охраной труда, синхронизироваться с действующим порядком организации контроля безопасности производственных процессов, доступный и адекватный в применении, позволяющий проводить объективный анализ и прогноз рисков травмирования на рабочих местах и своевременно их купировать.

Для осуществления постановочной задачи следует провести многофакторный анализ производственного травматизма за ряд последовательных лет, который позволит идентифицировать факторы, влияющие на безопасность труда работников хозяйства пути и разработать методический подход, направленный на снижение рисков травмирования на рабочих местах.

## **Глава 2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ХОЗЯЙСТВА ПУТИ ОТ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ**

### **2.1 Статистический анализ производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги за период с 2004-2016 гг.**

Несчастные случаи на производстве, приведшие к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавших либо к их смерти, происходят с работниками весьма неслучайно. В процессе трудовой деятельности работников железнодорожного транспорта практически всегда наличествуют обстоятельства, предпосылки и условия, которые влияют на безопасность их труда и способствуют возникновению события травмирования [17, 19, 20, 21, 23, 42, 43, 54, 69, 87, 88].

В соответствии со «Схемой определения степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве» все несмертельные несчастные случаи на производстве по степени тяжести повреждения здоровья подразделяются на две категории: тяжелые и легкие [159]. Признаками тяжелого несчастного случая на производстве являются повреждения здоровья, угрожающие жизни пострадавшего или являются следствием стойкой утраты работниками трудоспособности (инвалидности) [159].

Путевой комплекс является одним из важнейших и наиболее фондоемких хозяйств железнодорожного транспорта. Превалирующее большинство работников занято текущим содержанием и ремонтом пути, условия труда которых имеют ряд специфических особенностей, непосредственно связанных с перманентной повышенной опасностью и риском травмирования.

Анализ исследуемого временного тренда показал, что в хозяйстве пути травмировано 153 работника, в том числе 76 человек легкой степени тяжести, 57 – пострадало от несчастных случаев с тяжелым исходом и 20 – со смертельным [13, 43, 59], что характеризует его, как самое травмоопасное среди других

организационных структур железнодорожного транспорта [14, 43, 59]. Диаграмма производственного травматизма хозяйства пути представлена на рисунке 2.1.

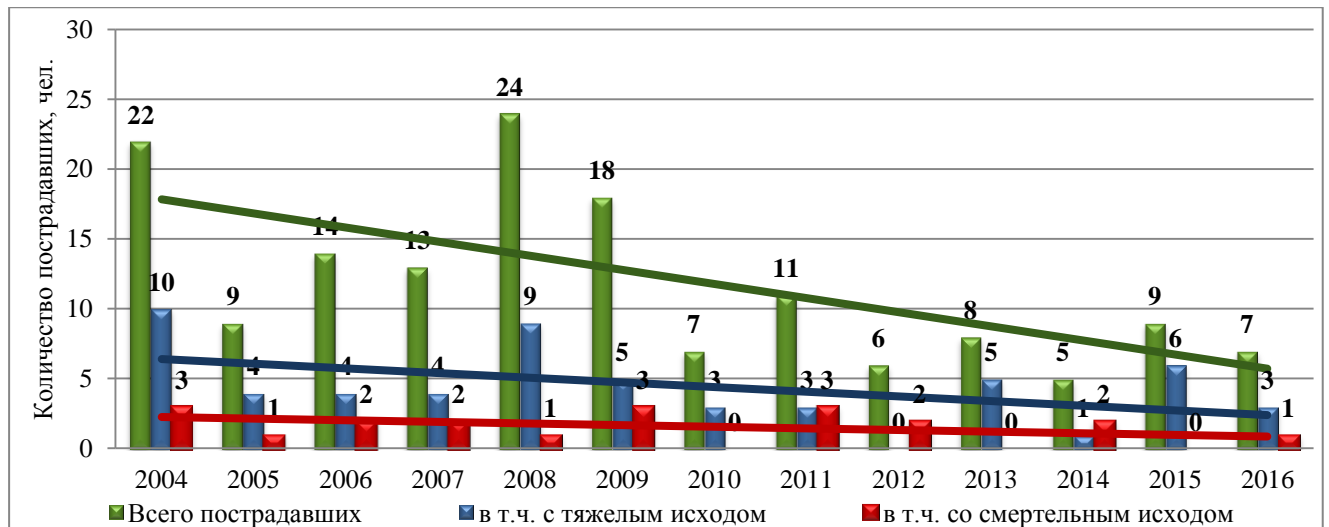


Рисунок 2.1 – Динамика производственного травматизма в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги за период 2004-2016 гг.

Представленные статистические показатели производственного травматизма во второй амплитуде полупериода определяют заметную тенденцию к их снижению, что объясняется не только проведением профилактических мероприятий по предупреждению производственного травматизма, но и организацию работы в условиях неполной трудовой недели, сокращенной продолжительности рабочей смены, что при подсчете среднесписочной численности работающих директивно привело к ее уменьшению [43, 59].

Наряду с общей динамикой снижения уровня травматизма, в 2015 году произошел резкий рост количества пострадавших от несчастных случаев: общий травматизм по сравнению с аналогичных периодом 2014 года увеличился на 75 %, 2016 году наблюдается снижение количества пострадавших на 40%.

Вариация абсолютных показателей несчастных случаев на производстве, без учета среднесписочной численности работников по хозяйству пути не позволяет объективно представлять состояние производственного травматизма. Для реальной оценки сложившейся ситуации следует учитывать коэффициент частоты производственного травматизма, определяемого соотношением

количества травмированных (погибших) на 1000 человек среднесписочного состава работающих за определенный период времени [43, 59].

Динамика коэффициентов частоты производственного травматизма исследуемого временного тренда представлена на рисунке 2.2.

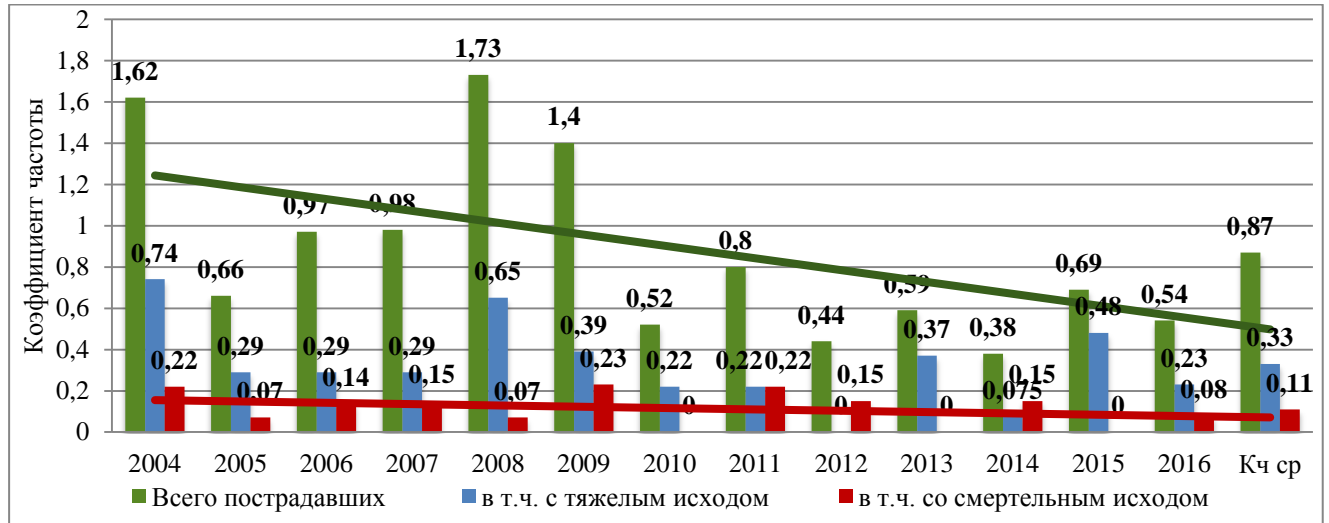


Рисунок 2.2 – Динамика коэффициентов частоты производственного травматизма в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги за период 2004-2016 гг.

Нестабильная динамика, наличие несчастных случаев с тяжелым (инвалидным) и смертельным исходом объективно обуславливают актуальность совершенствования методов анализа и прогнозирования производственного травматизма путем разработки новых методических подходов к решению вопроса профилактики несчастных случаев [43, 59].

На возникновение события травмирования работника в той или иной степени могут повлиять различные факторы, предшествовавшие его наступлению. Поэтому необходимо установить и обосновать причинно-следственные связи возникновения несчастных случаев и оценить зависимость рисков травмирования от влияния этих факторов.

В этой связи следует подтвердить или опровергнуть общепринятые гипотезы посредством проведения многофакторного статистического анализа производственного травматизма: изучения обстоятельств происшедших несчастных случаев, исследования зависимости их наступления от влияния

различных факторов и причин. Для реализации постановочной задачи были использованы акты о несчастных случаях на производстве по форме Н-1, данные которых ранжированы в соответствии с критериями и характеристиками отраслевого Сборника классификаторов задачи «Учет и анализ производственного травматизма в структурных подразделениях ОАО «РЖД» [185] (Приложение 1).

В целях соблюдения требований Федерального закона «О персональных данных» [222], статьи ТК РФ «Защита персональных данных работников» [212], сохранения конфиденциальности полученных персональных данных, фамилия, имя, отчество работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и наименование организации – структурного подразделения хозяйства пути Куйбышевской железной дороги, не раскрываются и не распространяются третьим лицам.

## **2.2 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния профессионального возрастного развития и стажа работников по специальности**

Профессиональную деятельность осуществляет человек, как субъект трудовой деятельности, проходящий в своем становлении через последовательные возрастные этапы. Процесс становления работника, опосредованный его возрастом и стажем работы по специальности, предполагает накопление его профессиональной компетентности в определенном виде деятельности, повышение уровня мастерства и ответственности не только в исполнении его должностных обязанностей, но и в вопросах безопасности труда.

Таким образом, предположим, что работник в условиях своего профессионального возрастного развития, должен состояться как грамотный специалист, владеющий знаниями и навыками безопасного производства работ, что в целом должно быть предпосылкой к снижению риска травмирования [131]. Диаграмма Парето – инструмент, позволяющий анализировать, ранжировать и

выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на показатели производственного травматизма, разделяя их на немногочисленные важные и многочисленные несущественные. Принцип Парето говорит о том, что, как правило, порядка 20% наиболее значимых факторов приносят 80%-й вклад в изменение характеристики. Целью применения диаграммы Парето в данном случае является выбор такой возрастной категории пострадавших, в которой пострадало наибольшее количество работников в результате несчастного случая, на которую необходимо акцентировать внимание и сконцентрировать усилия при проведении профилактических мероприятий [27, 194].

Используя идентифицированные статистические данные количества пострадавших в различных возрастных категориях за период 2004-2016 гг., построим соответствующую диаграмму Парето (рисунок 2.3), где на левой оси ординат обозначим количество пострадавших работников за рассматриваемый период времени, а на правой – шкалу с интервалами от 0 до 100%, где 100% соответствует общей сумме пострадавших работников. На оси абсцисс построим столбиковую диаграмму от максимального к минимальному, где каждый из столбцов соответствует количеству пострадавших работников с определенным потенциально воздействующим фактором [27, 194], в данном случае – возраст.

Для начертания кумулятивной кривой на поле графика нанесем точки накопленных сумм, которые по правой оси ординат будут равны количественному значению накопленного кумулятивного процента по каждому фактору и соединим их между собой отрезками прямых.

Далее отчерчиваем горизонтальную линию, начинающаяся в точке на оси кумулятивного процента – 80% и оканчивающуюся в точке пересечения с кривой Парето и из этой точки опустим перпендикуляр на ось абсцисс. Этот перпендикуляр разделяет фактор возраста на значимые, расположенные от него слева и незначимые – справа [27, 194].

Рейтинг пострадавших по возрастным категориям представлен на диаграмме Парето (рисунок 2.3).



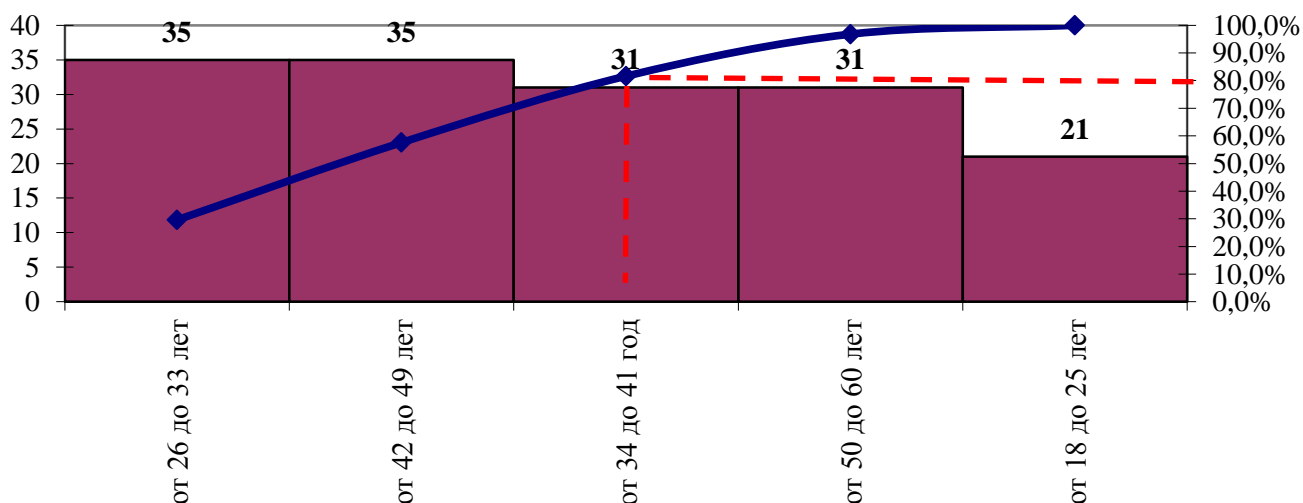


Рисунок 2.3 – Диаграмма Парето – распределение по фактору «возраст»

Из диаграммы Парето следует, что основными категориями пострадавших от несчастных случаев на производстве, явились работники хозяйства пути возрастом от 26 до 33 лет и от 42 до 49 лет – по 35 человек, что составляет по 22,88% от общего количества пострадавших соответственно. Равное количество работников, по 31 человеку (20,26%), пострадало в следующих возрастных категориях: от 34 до 41 года и от 50 до 60 лет.

Для научного подтверждения или опровержения предполагаемой зависимости определим наличие или отсутствие соответствующей взаимосвязи. Статистические данные, ранжированные по фактору «возраст», представлены на рисунке 2.4.

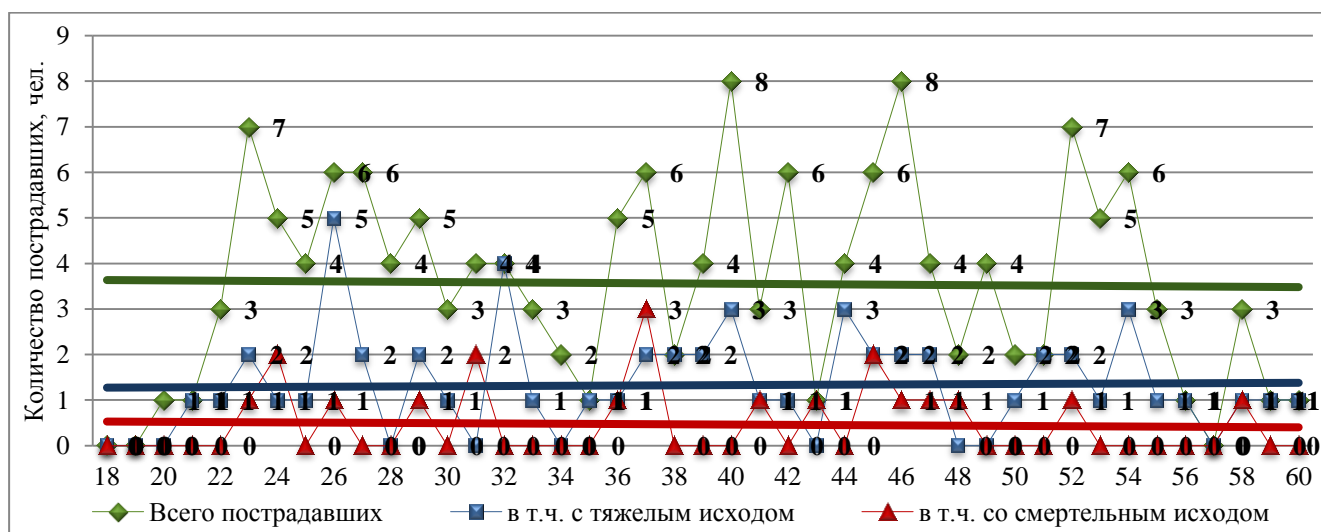


Рисунок 2.4 – Зависимость риска травмирования от влияния возраста

Диаграмма показывает весьма заметный вариационный разброс количества пострадавших по отношению к их возрасту, что противоречит постановочной гипотезе. Линии тренда отражают отсутствие предполагаемой взаимосвязи. Следует выяснить, существует ли этим фактам научное объяснение.

Так как показатели возраста и количества пострадавших от несчастных случаев на производстве – это случайные величины, их степень взаимосвязи характеризует статистическая зависимость, математической мерой которых служит коэффициент корреляции Пирсона [45, 111, 128, 187, 196, 213].

Возраст пострадавшего на момент происшествия рассмотрим, как количественный и нормируемый факторный признак, используя дискретную шкалу измерений: 18; 19; 20;...; 60 лет [54, 131].

Корреляционная зависимость предполагает, что пара рассматриваемых переменных: «возраст» и «количество пострадавших», измерены в дискретной шкале, где  $x$  – входная переменная и независимая случайная величина,  $y$  – выходная переменная и зависимая величина. Для определения наличия и оценки зависимости между ними, следует знать величину взаимосвязи и ее значимость.

Для расчета коэффициента корреляции  $r_{xy}$  используем идентифицированные и ранжированные количественные значения по общему количеству пострадавших по фактору «возраст пострадавшего» и подставляем их в формулу вычисления коэффициента корреляции 2.1 [45, 111, 128, 187, 196, 213].

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}, \quad (2.1)$$

где  $x_i$  – значения, принимаемые переменной  $x$ ,

$y_i$  – значения, принимаемые переменной  $y$ .

Полученные данные для расчета коэффициента корреляции  $r_{xy}$ , как показателя зависимости риска травмирования от влияния возраста пострадавших, сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Данные для расчета коэффициента корреляции  $r_{xy}$  [54].

№ п/п, $n$ , кол- во пар	Возраст пострадавших, $x_i$ , лет	Количество пострадавших, $y$ , чел.	$(x_i - \bar{x})$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
1.	18	0	-21	-3,1875	552,25	10,16015	74,90625
2.	19	0	-20	-3,1875	506,25	10,16015	71,71875
3.	20	1	-19	-2,1875	462,25	4,78515	47,03125
4.	21	1	-18	-2,1875	420,25	4,78515	44,84375
5.	22	3	-17	-0,1875	380,25	0,03515	3,65625
6.	23	7	-16	3,8125	342,25	14,53515	-70,53125
7.	24	5	-15	1,8125	306,25	3,28515	-31,71875
8.	25	4	-14	0,8125	272,25	0,66015	-13,40625
9.	26	6	-13	2,8125	240,25	7,91015	-43,59375
10.	27	6	-12	2,8125	210,25	7,91015	-40,78125
11.	28	4	-11	0,8125	182,25	0,66015	-10,96875
12.	29	5	-10	1,8125	156,25	3,28515	-22,65625
13.	30	3	-9	-0,1875	132,25	0,03515	2,15625
14.	31	4	-8	0,8125	110,25	0,66015	-8,53125
15.	32	4	-7	0,8125	90,25	0,66015	-7,71875
16.	33	3	-6	-0,1875	72,25	0,03515	1,59375
17.	34	2	-5	-1,1875	56,25	1,41015	8,90625
18.	35	1	-4	-2,1875	42,25	4,78515	14,21875
19.	36	5	-3	1,8125	30,25	3,28515	-9,96875
20.	37	6	-2	2,8125	20,25	7,91015	-12,65625
21.	38	2	-1	-1,1875	12,25	1,41015	4,15625
22.	39	3	0	0,8125	6,25	0,66015	-2,03125
23.	40	8	1	4,8125	2,25	23,16015	-7,21875
24.	41	3	2	-0,1875	0,25	0,03515	0,09375
25.	42	4	3	2,8125	0,25	7,91015	1,40625
26.	43	1	4	-2,1875	2,25	4,78515	-3,28125
27.	44	4	5	0,8125	6,25	0,66015	2,03125
28.	45	5	6	2,8125	12,25	7,91015	9,84375
29.	46	8	7	4,8125	20,25	23,16015	21,65625
30.	47	3	8	0,8125	30,25	0,66015	4,46875
31.	48	2	9	-1,1875	42,25	1,41015	-7,71875
32.	49	3	10	0,8125	56,25	0,66015	6,09375
33.	50	2	11	-1,1875	72,25	1,41015	-10,09375
34.	51	2	12	-1,1875	90,25	1,41015	-11,28125
35.	52	6	13	3,8125	110,25	14,53515	40,03125
36.	53	5	14	1,8125	132,25	3,28515	20,84375
37.	54	6	15	2,8125	156,25	7,91015	35,15625
38.	55	3	16	-0,1875	182,25	0,03515	-2,53125
39.	56	1	17	-2,1875	210,25	4,78515	-31,71875
40.	57	0	18	-3,1875	240,25	10,16015	-49,40625
41.	58	3	19	-0,1875	272,25	0,03515	-3,09375
42.	59	1	20	-2,1875	306,25	4,78515	-38,28125
43.	60	0	21	-3,1875	342,25	10,16015	-58,96875

Получаем, что  $\bar{x}$  – средняя по  $x = 39$ ,  $\bar{y}$  – средняя по  $y = 3,188$ .

Произведем расчет коэффициента корреляции  $r_{xy}$ , используя формулу (2.1) и расчетные данные из таблицы 2.2:

$$r_{xy} = \frac{-43 \cdot 7,1}{\sqrt{5740^2 \cdot 166,098^2}} = -0,219.$$

В целях подтверждения или опровержения постановочной гипотезы следует выяснить, о чем свидетельствует полученное значение. Для этого изначально выполним коррекцию коэффициента корреляции по модулю с помощью формулы:

$$|\bar{r}| = \sqrt{1 - (1 - r^2) \cdot \frac{n - 1}{n - 2}}, \quad (2.2)$$

где  $|\bar{r}|$  – скорректированное значение коэффициента корреляции;  
 $r$  – значение коэффициента корреляции, вычисленное по формуле (2.1).

Подставив расчетные значения в формулу (2.2), получим:

$$|\bar{r}| = \sqrt{1 - (1 - 0,219^2) \cdot \frac{43 - 1}{43 - 2}} = 0,222.$$

Далее вычислим среднюю ошибку рассчитанного коэффициента корреляции и вероятность достоверности наличия взаимосвязи между возрастом пострадавших и риском травмирования соответственно. При количестве сопоставляемых пар  $n < 100$  средняя ошибка коэффициента корреляции  $m_r$  составит:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} \quad (2.3)$$

Подставив расчетные значения в формулу (2.3), получим:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - 0,219^2}{43 - 2}} = 0,156.$$

Для оценки значимости коэффициента корреляции определим статистическое значение по формуле (2.4):

$$t_{\text{ст}} = \frac{|\bar{r}|}{m_r} \quad (2.4)$$

$$t_{\text{ст}} = \frac{0,222}{0,156} = 1,423.$$

Полученное статистическое значение сравниваем с теоретическим, используя таблицу квантили  $t$ -распределения Стьюдента для вероятности  $1 - a = 0,95$  в зависимости от числа степеней свободы  $\nu = n - 2$ ,  $a = 0,05$ .

Если  $t_{\text{ст}} \leq t_a = 0,05$ , то принимается нулевая гипотеза, т.е.  $r = 0$  и, следовательно, связь между изучаемыми явлениями несущественна.

Если  $t_{\text{ст}} > t_a = 0,05$ , то нулевая гипотеза отклоняется и связь между явлениями считается установленной [45, 111, 128, 187, 196, 213].

В данном случае получаем следующее:  $1,423 < 2,021$ ,  $t_{\text{ст}} \leq t_a = 0,05$ .

Из этого следует, что взаимосвязь между парой рассматриваемых переменных «возраст пострадавшего» и «общее количество пострадавших» с вероятностью  $P = 0,95$  не установлена. Другими словами, возраст работников хозяйства пути не влияет на риск их травмирования в процессе трудовой деятельности [23, 54].

Далее поочередно определим потенциальную корреляционную зависимость между возрастом и числом пострадавших от несчастных случаев с легким, тяжелым и смертельным исходом [54].

Посредством аналогичного способа с использованием формулы (2.1) произведем расчет коэффициента корреляции  $r_{xy}$ . В результате получаем следующее:  $r_{xy \text{ легкий}} = -0,197$ ;  $r_{xy \text{ тяжелый}} = -0,162$ ;  $r_{xy \text{ смертельный}} = -0,149$ .

Выполнив коррекцию полученных значений коэффициента корреляции по модулю с использованием формулы (2.2), получаем:

$$|r|_{\text{легкий}} = 0,199; |r|_{\text{тяжелый}} = 0,165; |r|_{\text{смертельный}} = 0,151.$$

Средняя ошибка коэффициента корреляции  $m_r$ , рассчитанная по формуле (2.3) составляет:  $m_r \text{ легкий} = 0,145$ ;  $m_r \text{ тяжелый} = 0,145$ ;  $m_r \text{ смертельный} = 0,146$ .

Статистические значения коэффициентов корреляции  $t_{ст}$ , рассчитанные по формуле (2.4)  $t_{ст \text{ легкий}} = 1,378$ ;  $t_{ст \text{ тяжелый}} = 1,137$ ;  $t_{ст \text{ смертельный}} = 1,039$  меньше теоретического значения  $t_{\alpha = 0,05} = 2,021$ .

Таким образом, возрастной критерий работников не является предпосылкой наступления несчастного случая, и постановочную гипотезу в рамках путевого хозяйства Куйбышевской железной дороги следует опровергнуть [23, 54].

Этот непредсказуемый, но научно обоснованный, вывод объясняется следующим: возрастное профессиональное развитие, хотя и ориентируется на нормы, критерии, уровни трудовой деятельности, всегда освещается личностными смыслами конкретного человека, определяющими его подлинные мотивы, поэтому представляет собой вероятностный, алгоритмически неуправляемый процесс. Как границы возрастов, так и возникающие в них новообразования существенно зависят от личности конкретного человека. Работник не индивид, а личность, влияющая на все проявления своего возрастного развития [131].

Аналогичным способом определим наличие взаимосвязи между стажем работников по специальности и риском наступления несчастного случая.

Стаж работника по специальности определяется продолжительностью работы в отдельном виде трудовой деятельности и является одним из критериев, потенциально влияющих на безопасность труда, с его повышением у работников формируются и закрепляются навыки безопасных методов и приемов производства работ, растет профессиональная компетентность. Это позволяет работнику своевременно принимать правильные решения, защищать себя от воздействия опасных факторов и избежать возможных негативных последствий.

Таким образом, существует гипотеза, что продолжительность стажа работника оказывает значительное влияние на безопасность труда. На основе данных по критерию стажа работы, построим диаграмму Парето (рисунок 2.5).

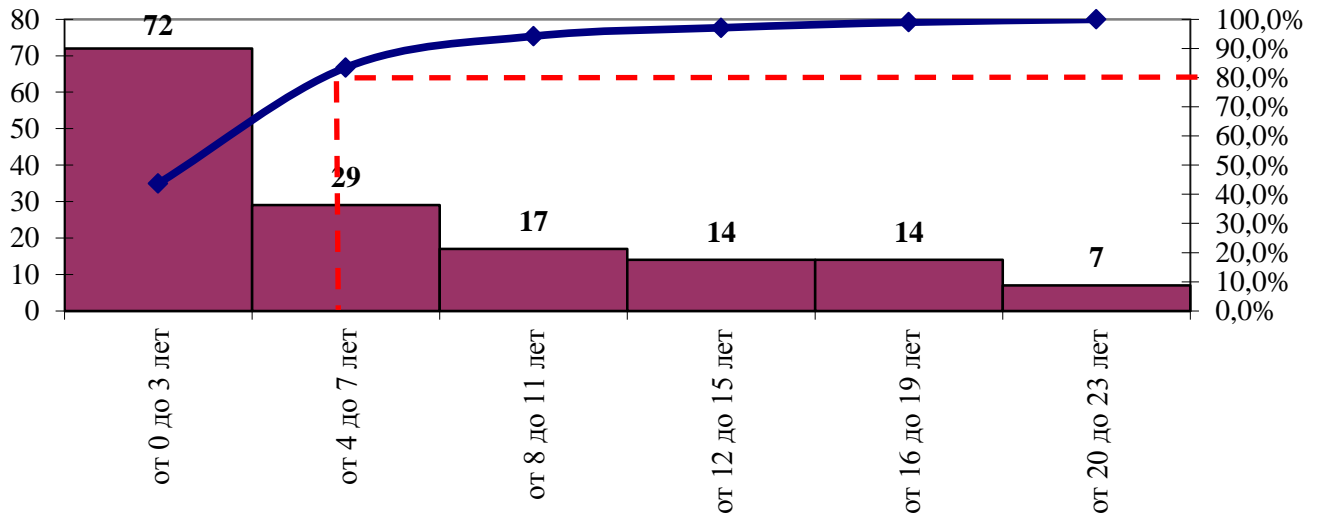


Рисунок 2.5– Диаграмма Парето – распределение по фактору «стаж работы»

Результаты анализа по диаграмме Парето показывают, что преобладающее большинство пострадавших, 72 работника, имели малый стаж работы – от 0 до 3 лет, что составляет 47,06% от общего количества пострадавших. Работники с непродолжительным стажем работы – от 4 до 7 лет, 29 человек (18,3%), также входят в категорию часто травмируемых. При наибольшей продолжительности стажа работы наблюдается тенденция к снижению количества пострадавших.

Предположение влияния продолжительности стажа по специальности на риск травмирования работников докажем или опровергнем с помощью построения сравнительных диаграмм и необходимых математических расчетов.

Зависимость риска травмирования от стажа представим на рисунке 2.6.

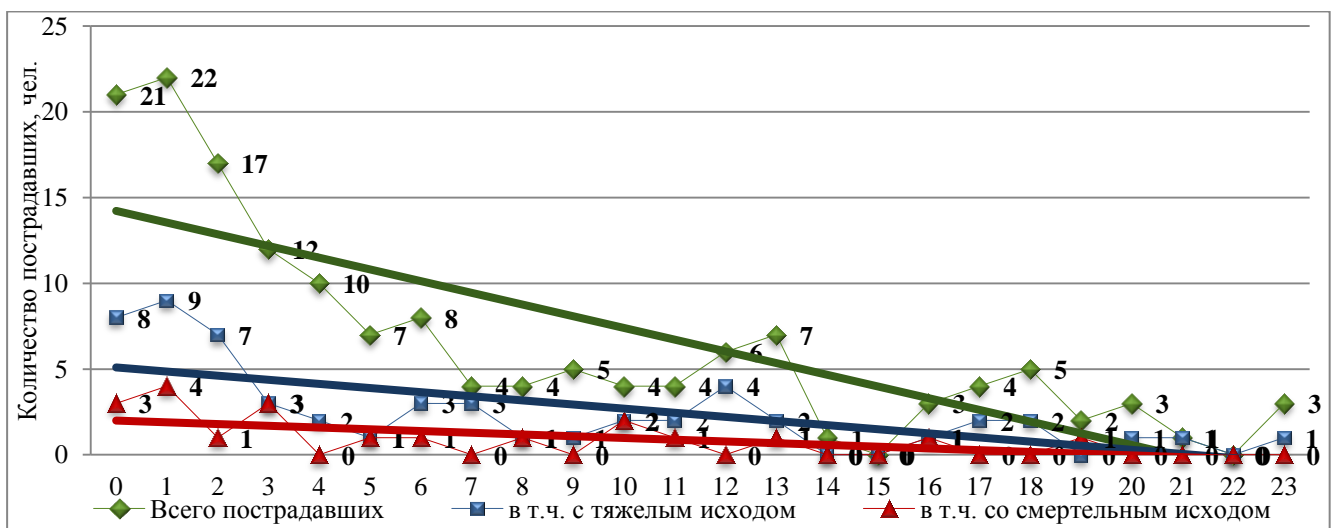


Рисунок 2.6 – Зависимость риска травмирования от влияния стажа работы

Графический анализ потенциальной взаимосвязи рассматриваемых характеристик и величин показывает, что наибольшее количество работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве, имели малый и непродолжительный стаж работы по специальности. В отдельных категориях наблюдаются незначительные колебания кривой, но в целом очевидна и бесспорна тенденция, подтверждающая изначальное предположение [54, 60].

Для подтверждения постановочной гипотезы, определим наличие или отсутствие взаимосвязи между стажем работников по специальности и соответствующим количеством пострадавших, а также степень взаимной сопряженности посредством аналогичного расчета коэффициента корреляции по формулам (2.1 – 2.4) [54, 60]. Полученные расчеты отобразим в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты расчетов значений по фактору «стаж работы»

Результаты расчетов значений по фактору «стаж работы по специальности»															
общий травматизм				с легким исходом				с тяжелым исходом				со смертельным исходом			
$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$
-0,79	0,82	0,13	6,35	-0,78	0,79	0,13	5,94	-0,69	0,71	0,15	4,64	-0,64	0,65	0,16	3,96

Расчетные значения  $t_{ст}$  больше теоретического  $t_a = 0,05 = 2,819$ , значит с вероятностью  $P = 0,95$  продолжительность стажа работы по специальности оказывает влияние на риск травмирования работников хозяйства пути [54, 60].

На основании полученных значений  $r_{xy}$  определим направление и степень статистической взаимосвязи. Значение коэффициента корреляции заключается между  $-1$  и  $+1$  и показывает обратную или прямую взаимосвязь между исследуемыми переменными соответственно [45, 111, 128, 187, 196, 213].

Таким образом, полученные результаты расчетов свидетельствуют об обратной корреляционной зависимости, подтверждающую постановочную гипотезу: с увеличением стажа работника по специальности наблюдается тенденция снижения риска наступления несчастного случая [54, 60].

Качественную оценку тесноты полученной взаимосвязи определим с помощью скорректированных значений коэффициентов корреляции  $|\bar{r}|$  по шкале Чеддока, где  $0,1 \leq |\bar{r}| \leq 0,3$  – слабая взаимосвязь;  $0,3 \leq |\bar{r}| \leq 0,5$  – умеренная;  $0,5 \leq$



$|\bar{r}| \leq 0,7$  – заметная;  $0,7 \leq |\bar{r}| \leq 0,9$  – высокая и  $0,9 \leq |\bar{r}| \leq 1,0$  – весьма высокая [193]. Отсюда следует, что между стажем работы по специальности и риском травмирования имеет место высокая взаимосвязь [54, 60].

Научное обоснование гипотезы объясняется следующим. Недостаток профессионального опыта в начале освоения профессии обуславливает наивысший уровень травматизма в первые годы работы. Это связано с недостатком знаний, неумением диагностировать опасную ситуацию, а также определять возможные последствия допущенной ошибки. Работники с малым, небольшим стажем работы и низкими знаниями требований охраны труда, недостаточно владеют методами и приемами безопасного производства работ, что потенциально приводит к событию травмирования.

Работники-профессионалы, с многолетним стажем работы внимательны к возможным угрозам травмирования. Опытный работник проявляет трудовую бдительность и ответственность за собственную безопасность, ориентирует свое сознание на оперативную готовность к принятию мер осторожности, что способствует предупреждению трагических последствий [54, 60, 131].

### **2.3 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния фактора дня недели и времени суток**

Предположим, что время с начала работы до момента наступления несчастного случая оказывает некое влияние на безопасность труда и с увеличением его продолжительности у работников снижается работоспособность, исчерпываются функциональные резервы, появляется утомляемость, накапливается усталость, что приводит к замедлению реакции и снижению концентрации внимания. Как следствие, работник утрачивает трудовую бдительность, пренебрегает реальностью травмирования, в результате чего повышается риск наступления несчастного случая [66].

Диаграммой Парето распределим пострадавших по продолжительности времени с начала работы до наступления несчастного случая (рисунок 2.7).

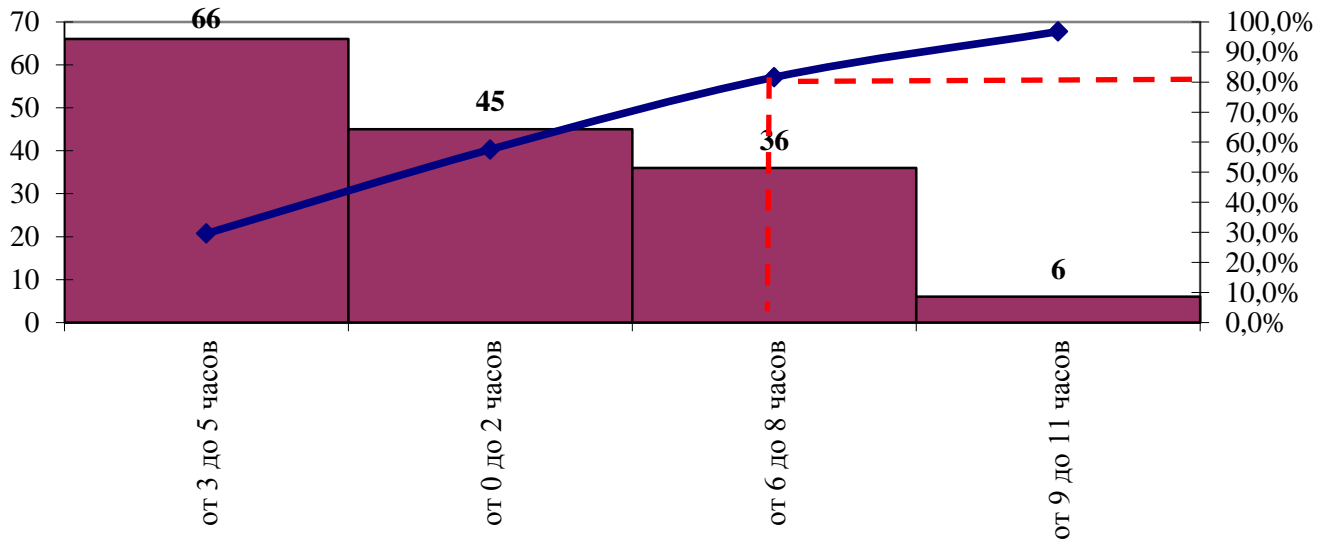


Рисунок 2.7 – Диаграмма Парето – распределение пострадавших по фактору «время с начала работы до момента наступления несчастного случая»

Анализ показал, что доминирующее количество работников травмировано в непродолжительный период времени с начала работы до момента наступления несчастного случая: от 3 до 5 часов – 66 человек, что составляет 43,14% от общего количества пострадавших, и в начале рабочей смены от 0 до 2 часов – 45 работников (29,41%), 36 работников (23,53%), пострадало во второй половине рабочего дня – в период с 6 до 8 часов с начала рабочей смены. Динамику статистических данных представим на рисунке 2.8 .

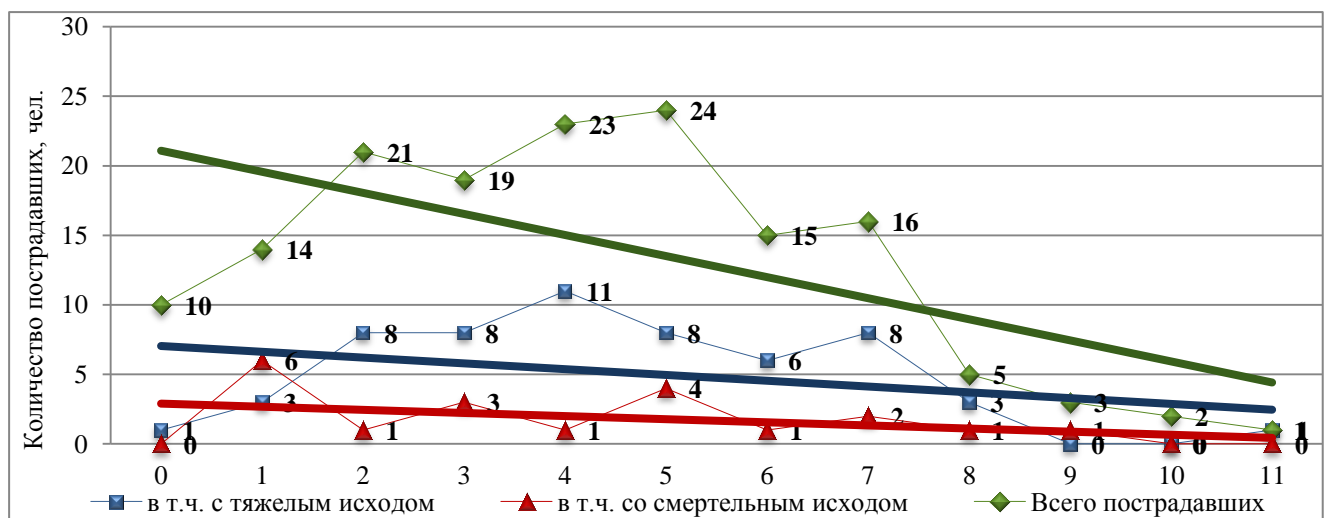


Рисунок 2.8 – Зависимость риска травмирования от фактора «время с начала работы до момента наступления несчастного случая»

Изначально, в первой амплитуде рабочего времени, сравнительные показатели свидетельствуют о прямой зависимости рассматриваемых величин, т.е. с увеличением продолжительности времени с начала работы наблюдается тенденция к повышению показателей производственного травматизма. Однако во второй половине трудовой смены наблюдается обратная динамическая вариация, что идет вразрез с предполагаемой зависимостью [66].

Посредством корреляционного анализа, определим взаимосвязь между рассматриваемыми характеристиками и величинами с использованием формул (2.1 – 2.4), полученные данные сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчетов значений по фактору «время с начала работы до момента наступления несчастного случая»

Расчеты значений по фактору «время с начала работы до момента наступления несчастного случая»															
общий травматизм				с легким исходом				с тяжелым исходом				со смертельным исходом			
$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$
-0,65	0,68	0,24	2,05	-0,63	0,66	0,19	2,17	-0,39	0,41	0,29	1,41	-0,44	0,61	0,28	1,63

Расчетные значения  $t_{ст}$  больше теоретического  $t_{a=0,05} = 2,228$ .

Из этого следует, что с вероятностью 0,95% время с начала работы до момента наступления несчастного случая в рамках хозяйства пути Куйбышевской железной дороги не влияет на риск наступления несчастного случая [66].

Динамика недельной работоспособности определяется в основном психологическим механизмом, как усталость от работы, и логически идентична последовательности дней недели: понедельник, вторник – вработывание, среда, четверг – устойчивая работоспособность, пятница, суббота – период снижения результатов работы.

Тогда предположим, что дни недели, в силу своей определенной последовательности и цикличности, оказывают некое влияние на безопасность труда работников и риск наступления несчастного случая [56, 65].

На основе статистических значений по фактору «день недели» построим диаграмму Парето (рисунок 2.9).

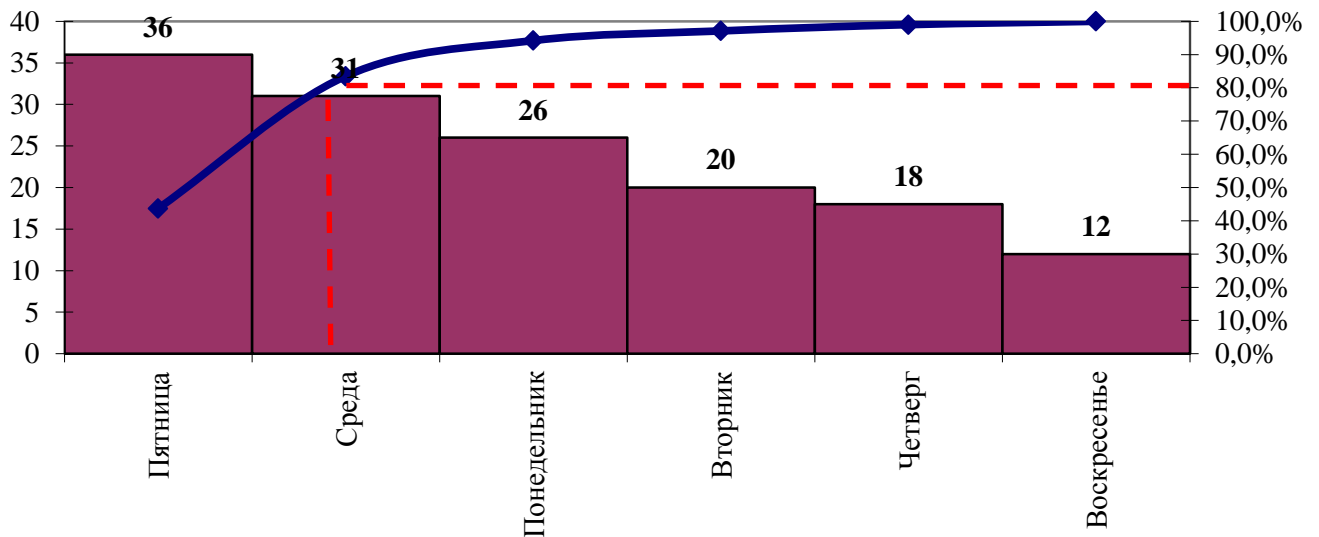


Рисунок 2.9 – Диаграмма Парето – распределение по фактору «день недели»

Превалирующее число пострадавших травмировано при производствах работ в пятницу – 36 человек (23,53%), 31 работник (20,26%) – в среду.

Наибольшее количество работников, травмированных в пятницу, предположительно объясняется тем, что к пятому, как последнему дню рабочей недели, у работников аккумулируется физическая и умственная усталость, снижается внимание и устойчивость организма к физическим нагрузкам, что приводит к потере бдительности и ответственности за собственную безопасность. Однако такую гипотезу следует опровергнуть, т.к. основной состав хозяйства пути работает по определенному сменному графику. Динамику производственного травматизма представим на рисунке 2.10.

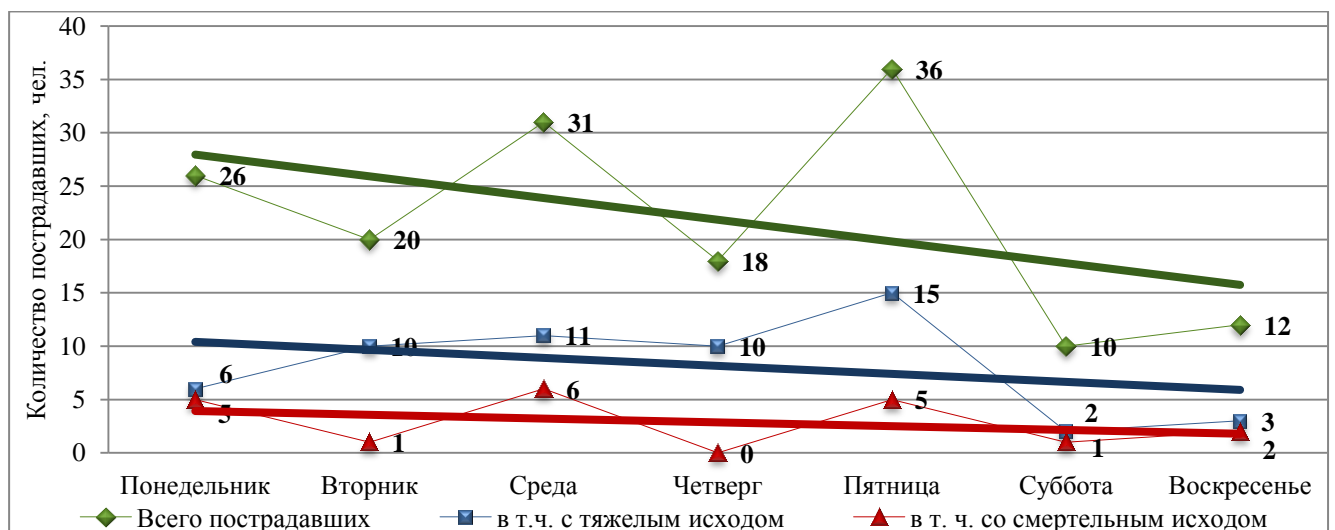


Рисунок 2.10 – Зависимость риска травмирования от фактора «день недели»

Графический анализ потенциальной взаимосвязи рассматриваемых характеристик показывает, что линии тренда отражают практически незаметную взаимосвязь между риском травмирования работников и днями недели наступления несчастных случаев.

День недели является качественным факторным признаком, поэтому наличие или отсутствие предполагаемой взаимосвязи определим с помощью расчета коэффициента корреляционной зависимости на основе матрицы.

Изначально распределим пострадавших по степени тяжести повреждения их здоровья в виде матрицы взаимной  $m \times n$  сопряженности, представленной в таблице 2.4, где  $p_{11}, p_{12}, \dots, p_{mn}$  – частоты событий с соответствующими признаками  $x$  и  $y$  [107].

Таблица 2.4 – Матрица коэффициентов взаимной  $m \times n$  сопряженности

		$y_i$	Признак $y_i$		
			1-й качественный признак	2-й качественный признак	$n$ -й качественный признак
		$x_i$			
Признак	1-й качественный признак		$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{1n}$
	2-й качественный признак		$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{2n}$
	$m$ -й качественный признак		$p_{m1}$	$p_{m2}$	$p_{mn}$

В представленной матрице  $x$  – входная переменная и независимая случайная величина,  $y$  – выходная переменная и зависимая случайная величина, следовательно,  $x_i$  – значения, принимаемые переменной  $x$ ,  $y_i$  – значения, принимаемые переменной  $y$  [107].

Коэффициент матричной  $m \times n$  сопряженности вычислим по формуле:

$$C = \sqrt{\frac{X^2}{X^2 + N}}, \quad (2.5)$$

где:

$$X^2 = N \cdot \left( \sum_1^m B_i - 1 \right) \quad (2.6).$$

Для расчета значения  $X^2$  используем таблицу 2.4 и соответствующие статистические данные. Полученные расчеты сведем в таблицу 2.5 [56, 65].

Таблица 2.5 – Подготовительные расчеты для определения значения  $\chi^2$ 

$\begin{matrix} y_i \\ x_i \end{matrix}$	легкий	тяжелый	смертельный	$\sum_1^3 p$	$B_j$	
Признак $x_j$	понедельник	$p_{11} = 15$ $p_{11}^2 = 225$ $p_{11}^2 / \sum_1^{13} p_{11} =$ $225/76$ $= 2,961$	$p_{12} = 6$ $p_{12}^2 = 36$ $p_{12}^2 / \sum_1^{13} p_{12} =$ $36/57 = 0,632$	$p_{13} = 5$ $p_{13}^2 = 25$ $p_{13}^2 / \sum_1^{13} p_{13} =$ $25/20 =$ $= 1,25$	$\sum_1^3 p_{1i} = 26$ $A_1 = \sum_1^3 \frac{p_{1i}^2}{\sum_1^{13} p_{1i}} = 4,842$	$B_1 = \frac{A_1}{\sum_1^3 p_{1i}}$ $= \frac{4,842}{26}$ $= 0,186$
	вторник	$p_{21} = 9$ $p_{21}^2 = 81$ $p_{21}^2 / \sum_1^{13} p_{21} =$ $81/76$ $= 1,066$	$p_{22} = 10$ $p_{22}^2 = 100$ $p_{22}^2 / \sum_1^{13} p_{22} =$ $100/57$ $= 1,754$	$p_{23} = 1$ $p_{23}^2 = 1$ $p_{23}^2 / \sum_1^{13} p_{23} =$ $1/20$ $= 0,005$	$\sum_1^3 p_{2i} = 20$ $A_2 = \sum_1^3 \frac{p_{2i}^2}{\sum_1^{13} p_{2i}} = 2,870$	$B_2 = \frac{A_2}{\sum_1^3 p_{2i}}$ $= \frac{2,870}{20}$ $= 0,144$
	среда	$p_{31} = 14$ $p_{31}^2 = 196$ $p_{31}^2 / \sum_1^{13} p_{31} =$ $196/76$ $= 2,578$	$p_{32} = 11$ $p_{32}^2 = 121$ $p_{32}^2 / \sum_1^{13} p_{32} =$ $121/57$ $= 2,123$	$p_{33} = 6$ $p_{33}^2 = 36$ $p_{33}^2 / \sum_1^{13} p_{33} =$ $35/20$ $= 1,75$	$\sum_1^3 p_{3i} = 31$ $A_3 = \sum_1^3 \frac{p_{3i}^2}{\sum_1^{13} p_{3i}} = 6,502$	$B_3 = \frac{A_3}{\sum_1^3 p_{3i}}$ $= \frac{6,502}{31}$ $= 0,209$
	четверг	$p_{41} = 8$ $p_{41}^2 = 64$ $p_{41}^2 / \sum_1^{13} p_{41} =$ $64/76$ $= 0,842$	$p_{42} = 10$ $p_{42}^2 = 100$ $p_{42}^2 / \sum_1^{13} p_{42} =$ $100/57$ $= 1,754$	$p_{43} = 0$ $p_{43}^2 = 0$ $p_{43}^2 / \sum_1^{13} p_{43} =$ $0/20$ $= 0$	$\sum_1^3 p_{4i} = 18$ $A_4 = \sum_1^3 \frac{p_{4i}^2}{\sum_1^{13} p_{4i}} = 2,596$	$B_4 = \frac{A_4}{\sum_1^3 p_{4i}}$ $= \frac{2,696}{18}$ $= 0,144$
	пятница	$p_{51} = 16$ $p_{51}^2 = 256$ $p_{51}^2 / \sum_1^{13} p_{51} =$ $256/76$ $= 3,368$	$p_{52} = 15$ $p_{52}^2 = 225$ $p_{52}^2 / \sum_1^{13} p_{52} =$ $225/57$ $= 3,947$	$p_{53} = 5$ $p_{53}^2 = 25$ $p_{53}^2 / \sum_1^{13} p_{53} =$ $25/20 =$ $= 1,25$	$\sum_1^3 p_{5i} = 36$ $A_5 = \sum_1^3 \frac{p_{5i}^2}{\sum_1^{13} p_{5i}} = 8,566$	$B_5 = \frac{A_5}{\sum_1^3 p_{5i}}$ $= \frac{8,566}{36}$ $= 0,238$
	суббота	$p_{61} = 7$ $p_{61}^2 = 49$ $p_{61}^2 / \sum_1^{13} p_{61} =$ $49/76$ $= 0,645$	$p_{62} = 2$ $p_{62}^2 = 4$ $p_{62}^2 / \sum_1^{13} p_{62} =$ $4/57$ $= 0,070$	$p_{63} = 1$ $p_{63}^2 = 1$ $p_{63}^2 / \sum_1^{13} p_{63} =$ $1/20$ $= 0,05$	$\sum_1^3 p_{6i} = 10$ $A_6 = \sum_1^3 \frac{p_{6i}^2}{\sum_1^{13} p_{6i}} = 0,765$	$B_6 = \frac{A_6}{\sum_1^3 p_{6i}}$ $= \frac{0,765}{10}$ $= 0,076$
	воскресенье	$p_{71} = 7$ $p_{71}^2 = 49$ $p_{71}^2 / \sum_1^{13} p_{71} =$ $49/76$ $= 0,645$	$p_{72} = 3$ $p_{72}^2 = 9$ $p_{72}^2 / \sum_1^{13} p_{72} =$ $9/57$ $= 0,158$	$p_{73} = 2$ $p_{73}^2 = 4$ $p_{73}^2 / \sum_1^{13} p_{73} =$ $4/20$ $= 0,2$	$\sum_1^3 p_{7i} = 12$ $A_7 = \sum_1^3 \frac{p_{7i}^2}{\sum_1^{13} p_{7i}} = 1,003$	$B_7 = \frac{A_7}{\sum_1^3 p_{7i}}$ $= \frac{1,003}{12}$ $= 0,084$
		$\sum_1^7 p_{j1} = 76$	$\sum_1^7 p_{j2} = 57$	$\sum_1^7 p_{j3} = 20$	$N = \sum_1^3 \sum_1^7 p_{ji} = 153$	$\sum_1^7 B_j = 1,082$

Подставив в формулу (2.6) расчетные значения из таблицы 2.4, получим:

$$\chi^2 = 153 \cdot (1,082 - 1) = 12,502.$$

Вычислим коэффициент корреляции по формуле Пирсона (2.5) [56]:

$$C = \sqrt{\frac{12,502^2}{12,502^2 + 153}} = 0,27$$

Для оценки значимости коэффициента  $C$  сравним статистическую величину  $X^2$  с его теоретическим значением  $X_{\alpha}^2$ , используя таблицу квантили  $X$ -распределения для доверительной вероятности уровня значимости  $1 - a = 0,95$ , в зависимости от числа степеней свободы, рассчитанного по формуле 2.7 [107]:

$$v = (m - 1) \cdot (n - 1), \quad (2.7)$$

где  $m$  – число строк расчетной таблицы 2.9,  $n$  – число столбцов соответственно.

Зная, что количество факторных признаков «день недели»  $m = 7$ , а степеней тяжести повреждения здоровья  $n = 3$ , подставляем их значения в формулу (2.7), получим:  $v = (7 - 1) \cdot (3 - 1) = 12$ .

Если  $X_{\text{ст}}^2 \leq X_{\alpha=0,05}^2$ , то принимается нулевая гипотеза об отсутствии корреляционной зависимости между рассматриваемыми величинами  $x$  и  $y$ . Если  $X_{\text{ст}}^2 \geq X_{\alpha=0,05}^2$ , то нулевая гипотеза отклоняется и корреляционная взаимосвязь считается значимой, т.е. установленной [45, 111, 128, 187, 196, 213]. Для оценки значимости коэффициента  $C$  сравним статистическую величину  $X^2$  с его теоретическим значением  $X_{\alpha}^2$ , используя таблицу квантили  $X^2$  – распределения для доверительной вероятности уровня значимости  $1 - a = 0,95$  в зависимости от числа степеней свободы, рассчитанного по формуле (2.6).

Произведем оценку значимости полученного коэффициента взаимной сопряженности в соответствии с числом степеней свободы  $v = 12$ . Сравнив  $X^2$  с теоретическим значением  $X_{\alpha=0,05}^2 = 21,0$ , получаем, что  $12,502 < 21,0$  и  $X^2 < X_{\alpha=0,05}^2$  свидетельствует об отсутствии взаимосвязи между рассматриваемыми переменными  $x$  и  $y$ .

Таким образом, взаимосвязь между фактором «день недели» и риском травмирования не установлена, и гипотезу в рамках путевого хозяйства Куйбышевской железной дороги следует опровергнуть [56, 65].

Известно, что физическая работоспособность человека обеспечивается только в тех случаях, когда их жизненные ритмы правильно согласуются со свойственными организму естественными биологическими ритмами непосредственно. Принято считать, что наибольшая работоспособность у человека наблюдается утром и днем, когда организм человека работает в режиме бодрствования. Вечером работоспособность наименьшая, а ночью – низкая, когда организм человека работает в режиме отдыха. Таким образом, работоспособность человека производить конкретную работу, характеризующуюся определенными изменениями и особенностями физиологической динамики работоспособности в течение какого-либо отрезка времени, зависит от времени суток [65].

В период низкой работоспособности у человека появляется утомление, а в период наибольшей и продолжительной физической нагрузки утомление прогрессивно нарастает и проявляется в уменьшении интенсивности и темпа реакций, в появлении ошибок, снижении бдительности и внимания, нарушении координации движений, что может привести к травмированию работника [65].

Таким образом, предположим, что отдельные периоды времени суток оказывают влияние на функциональное состояние и работоспособность трудящихся, на безопасность труда и производственных процессов [65].

Ранжирование несчастных случаев по времени их наступления в различное суток представим в диаграмме Парето (рисунок 2.11).

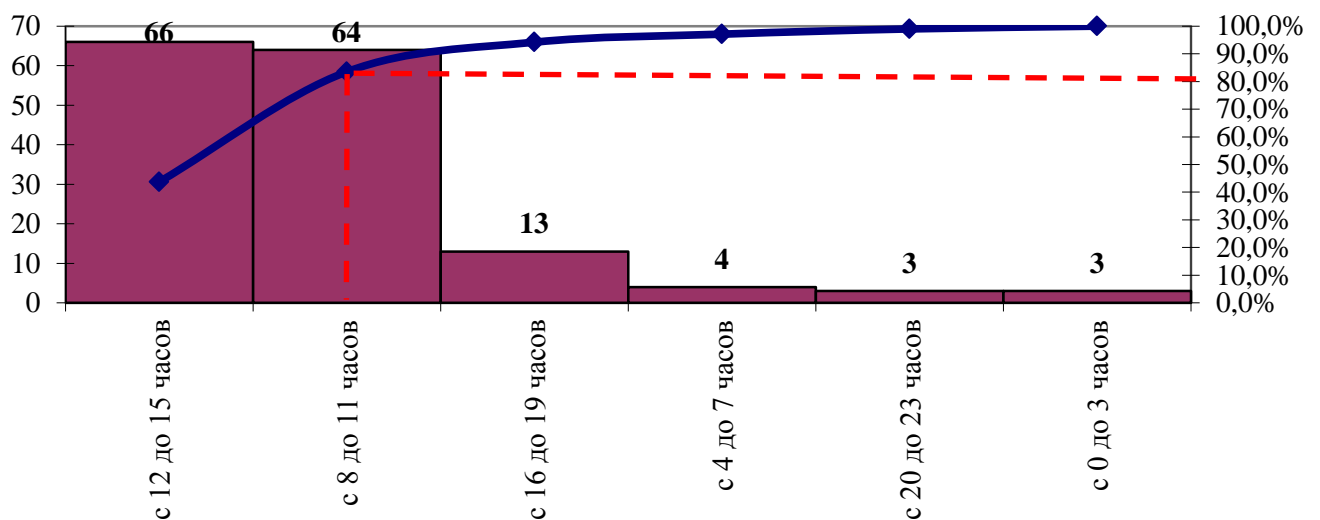


Рисунок 2.11 – Диаграмма Парето – распределение по «времени суток»



Из представленных результатов следует, что при производствах работ подавляющее большинство работников получали травмы в дообеденное и обеденное время суток, а именно: с 8 до 11 часов – 64 работника (41,83%), а также с 12 до 15 часов – 66 человек (43,14%), а это противоречит постановочной гипотезе [65].

Гипотезу влияния времени суток на риск травмирования рассмотрим с помощью построения сравнительной диаграммы (рисунок 2.12) .

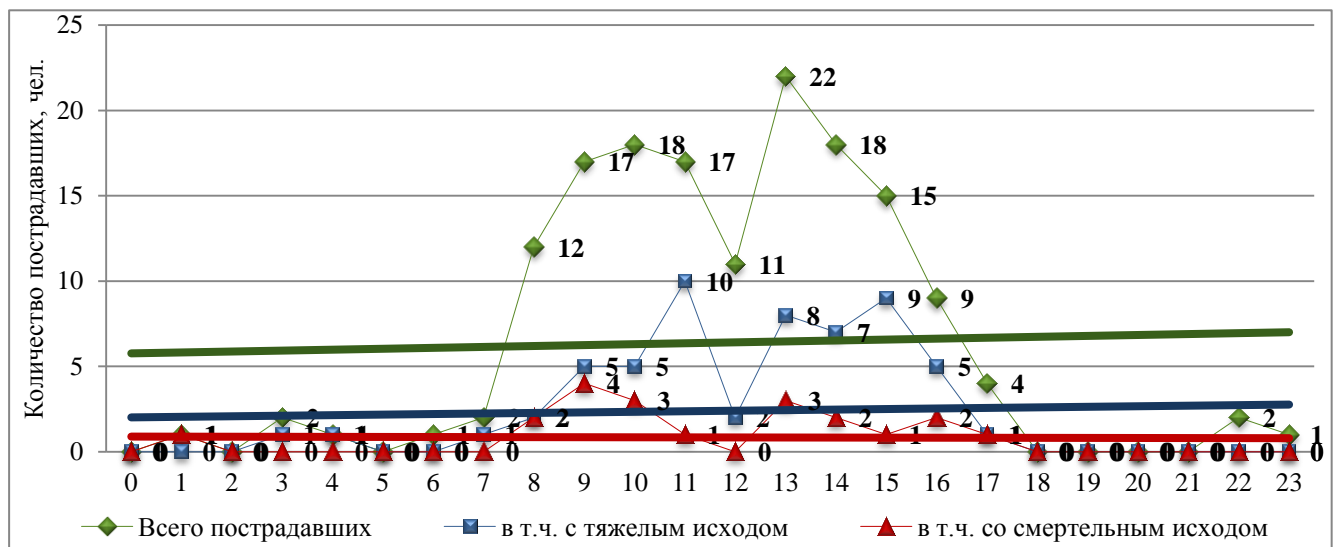


Рисунок 2.12 – Зависимость риска травмирования от фактора «время суток»

Графический анализ искомой взаимосвязи показывает, что наибольшее количество работников травмированы в утреннее и дневное время, к наступлению вечера наблюдается тенденция снижения несчастных случаев. Линии тренда показывают отсутствие взаимосвязи между рассматриваемыми величинами.

Возникшую дилемму разрешим путем проведения корреляционного анализа. Согласно расчетам по формулам (2.5 – 2.7) коэффициент корреляции  $C = 0,46$ ; статистическая величина  $X^2 = 39,186$ ; число степеней свободы  $\nu = 32$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X^2_{\alpha=0,05} = 46,2$  с вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует об отсутствии статистической зависимости риска травмирования от времени суток [65].

## 2.4 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния трудовой функции и вида выполняемой работы

Предположим, что профессия (должность), в силу своей определенной трудовой функции, оказывает влияние на безопасность труда работников и уровень профессионального риска при осуществлении производственной деятельности.

Диаграммой Парето ранжируем пострадавших работников хозяйства пути по основным профессиям и отобразим на рисунке 2.13.

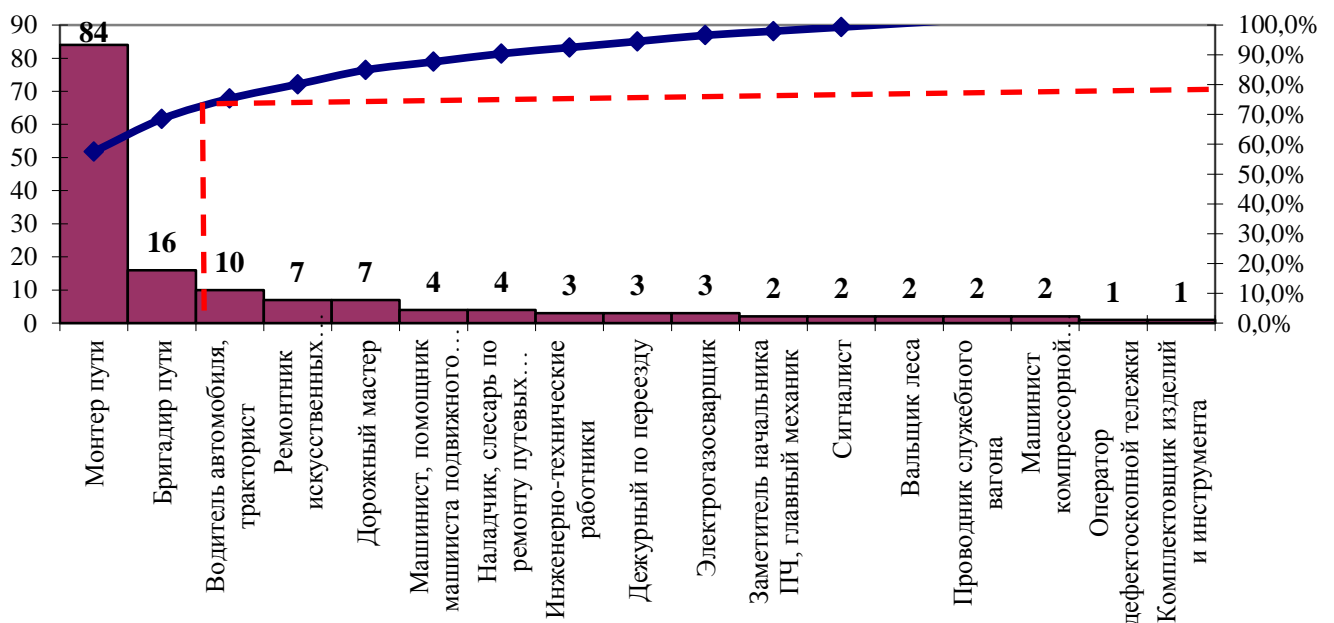


Рисунок 2.13 – Диаграмма Парето – распределение по фактору «профессия»

Самой травмоопасной профессией является монтер пути – 84 человека, что составляет 59,4% от общего количества травмированных и бригадир пути – 16 работников (10,46%). Результаты исследований показали, что наиболее травмируемыми в хозяйстве пути являются работники, чья профессиональная деятельность непосредственно связана с работой на железнодорожном полотне, в зоне повышенной опасности – вблизи подвижного состава. Зависимость риска травмирования от фактора «профессия», отобразим на рисунке 2.14.

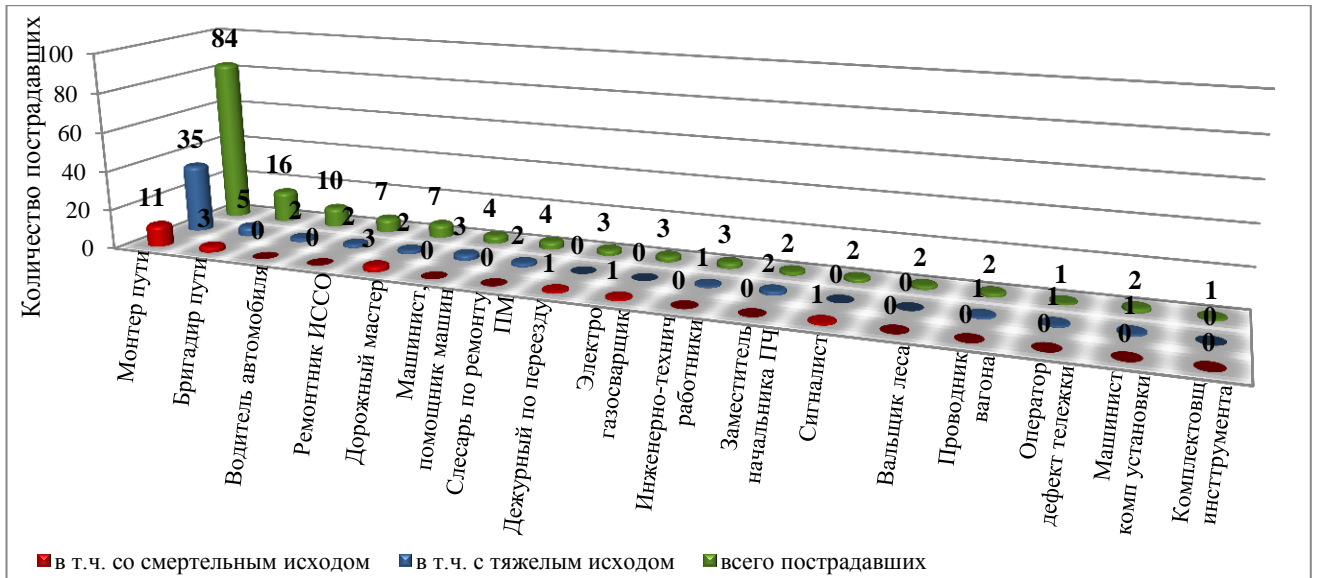


Рисунок 2.14 – Зависимость риска травмирования от фактора «профессия»

Графический анализ отчетливо отображает, что в результате несчастных случаев в преобладающем большинстве пострадали монтеры и бригадиры пути.

Расчеты по формулам (2.5 – 2.7) показывают, что коэффициент корреляции  $C = 0,59$ ; статистическая величина  $X^2 = 45,54$ ; число степеней свободы  $\nu = 30$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X^2_{\alpha=0,05} = 43,8$  с вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует о наличии статистической зависимости риска травмирования от занимаемой профессии.

Оценив значимость рассчитанного коэффициента корреляции по шкале основе шкалы Чеддока [193], следует констатировать, что профессия является фактором, заметно влияющим на потенциал наступления несчастного случая в хозяйства пути Куйбышевской железной дороги.

Трудовая деятельность, виды выполняемых работ теоретически и фактически непосредственно зависят от должностных обязанностей, напрямую связанных с профессией работника.

Для ранжирования контингента пострадавших работников хозяйства пути по видам выполняемых работ, построим диаграмму Парето (рисунок 2.15).

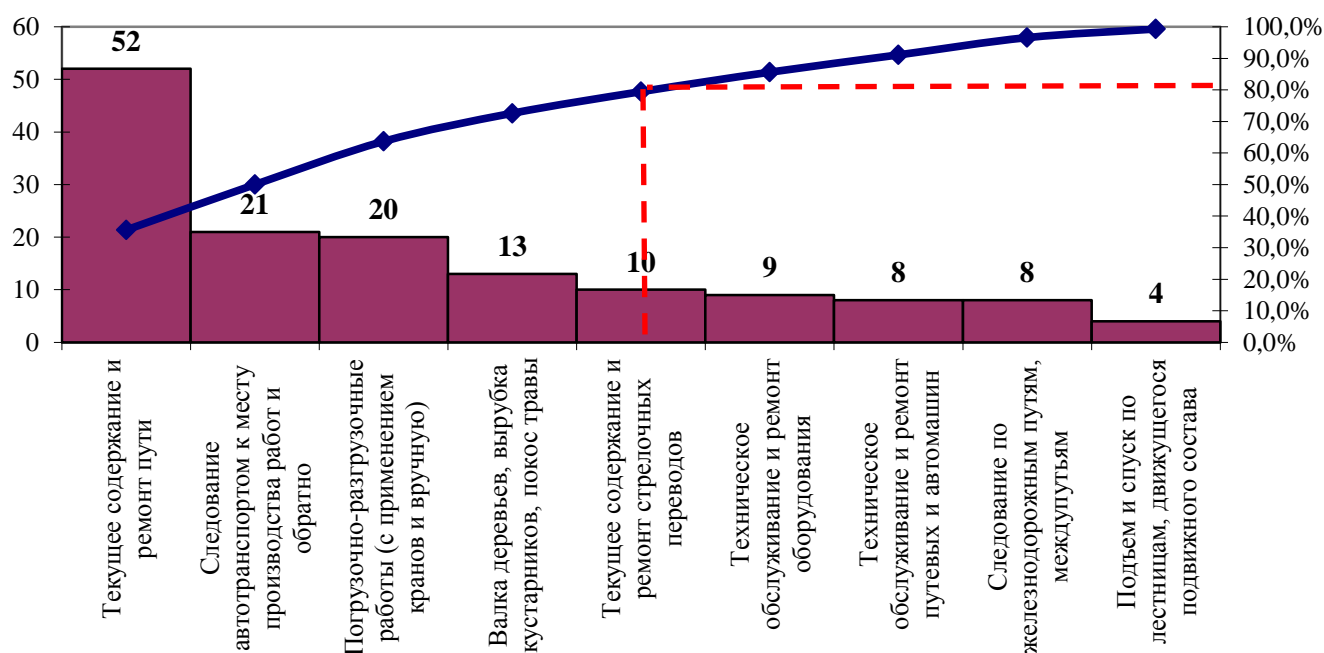


Рисунок 2.15 – Диаграмма Парето – распределение по фактору «вид работ»

Из представленных сведений следует, что преобладающее большинство работников травмировано при производствах работ по текущему содержанию и ремонту пути – 52 человека, что составляет 33,98% от общего количества травмированных [58, 61].

При следовании автотранспортом к месту производства работ и обратно травмировано 21 работников (13,73%), 20 (12,3%) человек, пострадало от несчастных случаев при производствах погрузо-разгрузочных работ с применением кранов и вручную.

При работах по валке деревьев, вырубке кустарников, покосе травы травмировано 13 (8,49 %) работников.

При производствах работ по текущему содержанию и ремонту стрелочных переводов травмировано 10 (6,54 %) работников.

Динамику статистических данных исследуемого периода представим в виде диаграммы на рисунке 2.16.

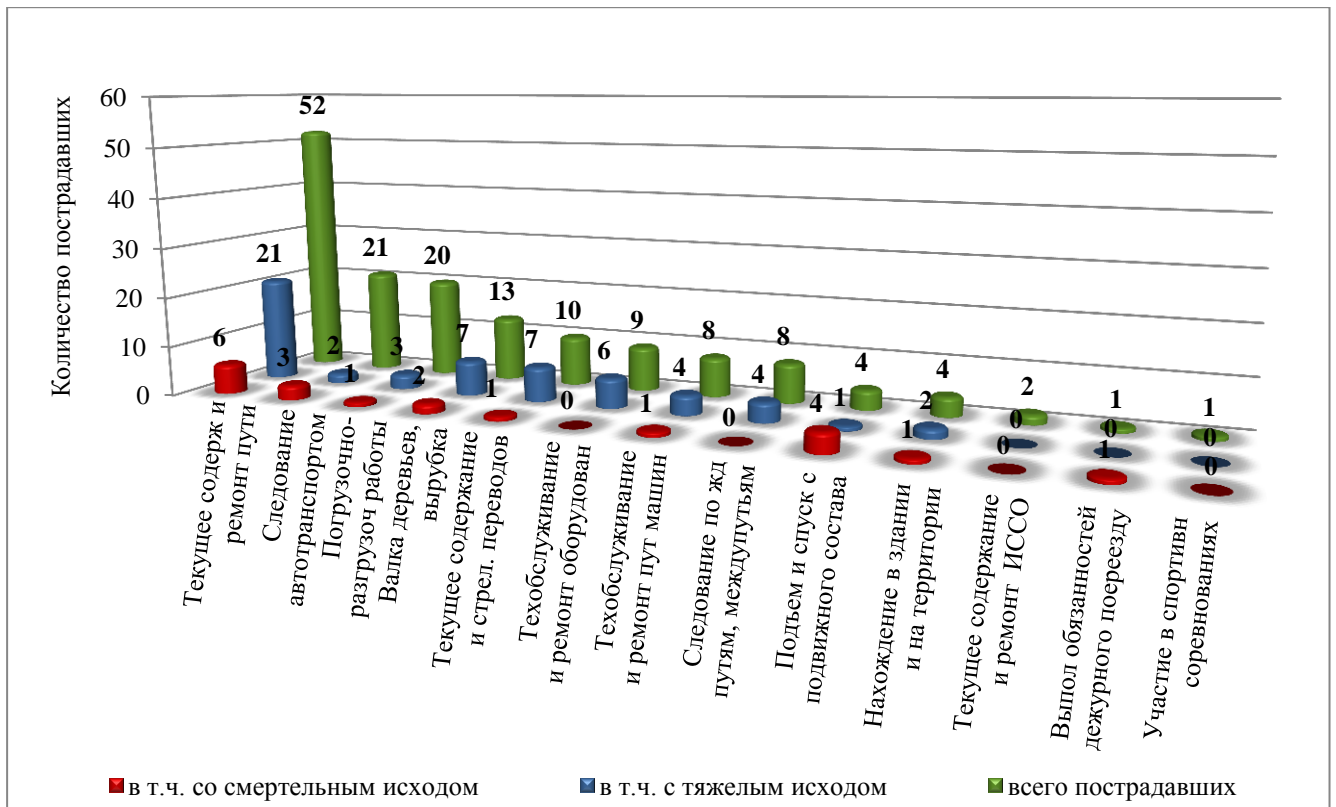


Рисунок 2.16 – Зависимость риска травмирования от фактора «вид работы»

Из представленных выше сведений следует, что основная часть работников получила травмы на производствах работ на железнодорожных путях и при эксплуатации травмоопасного оборудования, машин и механизмов, а также при следовании автотранспортом к месту выполнения работ и обратно. Наблюдаемая тенденция говорит о характерной зависимости риска наступления несчастного случая от влияния специфичности и опасности трудовой деятельности.

Расчеты по формулам (2.5 – 2.7) показывают, что коэффициент корреляции  $C = 0,48$ ; статистическая величина  $X^2 = 38,24$ ; число степеней свободы  $\nu = 24$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X_{\alpha=0,05}^2 = 36,4$  с вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует об установленной статистической зависимости риска травмирования от вида выполняемых работ.

Оценив значимость рассчитанного коэффициента корреляции по шкале основе шкалы Чеддока [193], следует констатировать, что вид выполняемых работ оказывает заметное влияние на риск травмирования работников хозяйства пути Куйбышевской железной дороги [58, 61].

## 2.5 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния района производства работ и вида происшествий

Наибольшая часть объема путевых работ, которые необходимо выполнять на многопутных перегонах для поддержания колеи в исправном состоянии, приходится на ее текущее обслуживание при интенсивном высокоскоростном движении поездов, а также при разностороннем их движении по соседним путям, ограниченном фиксированном расстоянии между осями смежных путей. Пребывание работников в опасной зоне, т.е. в пределах габарита подвижного состава, приближения строений и сооружений, несет за собой высокую угрозу их травмирования в результате наезда подвижного состава. Кроме того, при выполнении работ по текущему содержанию и ремонту пути работники в своей производственной деятельности эксплуатируют источники энергообеспечения, движущиеся машины, механизмы и оборудование. Трудовая деятельность в условиях повышенной опасности создает высокий уровень риска травмирования [58, 61, 82].

Построим диаграмму Парето с распределением пострадавших работников хозяйства пути по районам производства работ и отобразим на рисунке 2.17 [58].

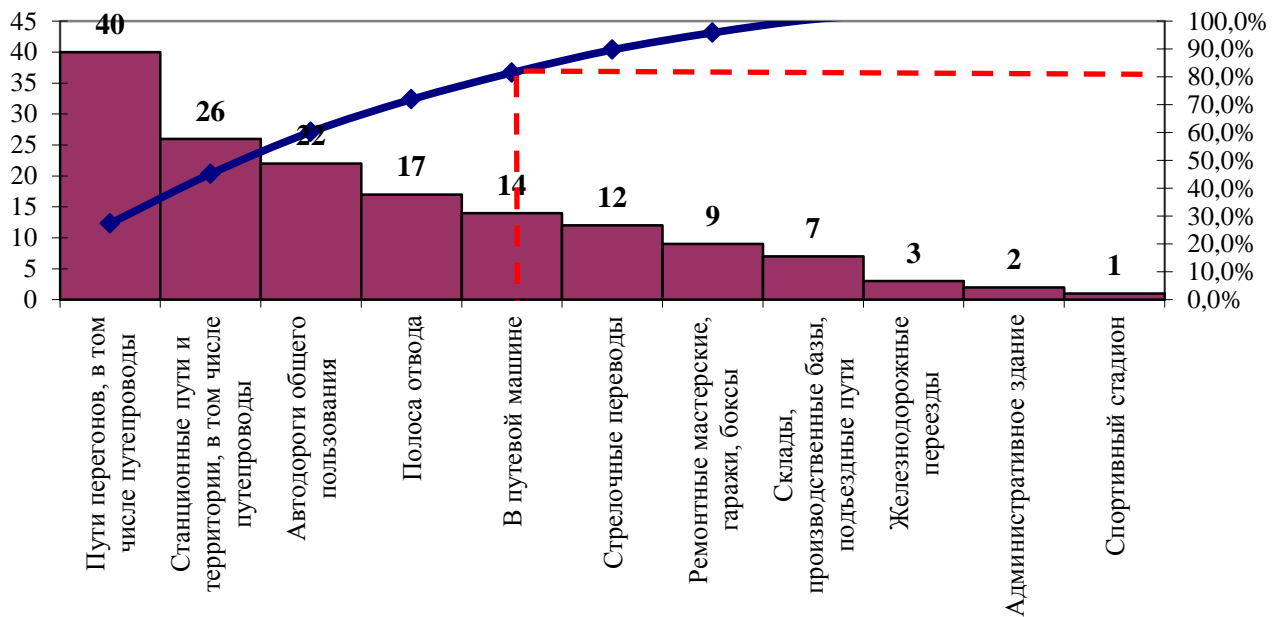


Рисунок 2.17 – Диаграмма Парето – Диаграмма Парето – распределение по фактору «район производства работ»

Из анализа Парето следует, что преобладающее большинство работников травмировано при наступлении несчастных случаев в районе путей перегонов, в том числе путепроводов, где реальность ситуаций, способствующих травмированию, возрастает на многопутных перегонах с высокоскоростным движением, при разностороннем движении по соседним путям, ограниченных фиксированных расстояниях между ними – 40 человек, что составляет 26,7% от общего количества травмированных, 26 работников (17,8%) пострадало при производствах работ на станционных путях и территориях, где опасность травмирования обуславливается неудовлетворительным содержанием рабочих мест и территорий, а также нарушением работниками требований безопасности при нахождении на железнодорожных путях, 22 человека (13,7%) травмировано на автодорогах общего назначения в результате дорожно–транспортных происшествий, 17 человек (10,9%) – в полосе отвода, а также 17 работников (9,5%) получили травмы при работах в путевых машина [58].

В целях определения зависимости рассматриваемых показателей, отобразим статистические данные на рисунке 2.18 в виде диаграммы.

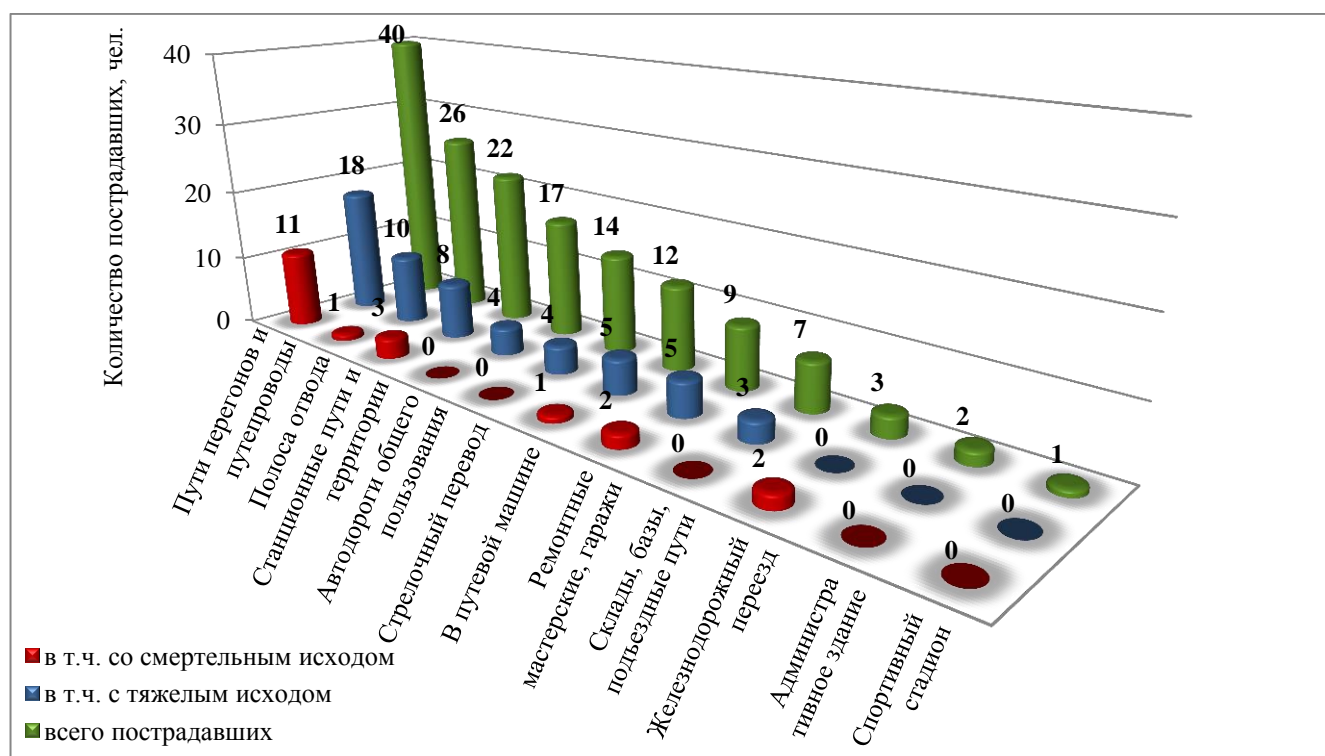


Рисунок 2.18 – Зависимость риска травмирования от фактора «район производства работ»



Для научного подтверждения или опровержения постановочной гипотезы необходимо установить наличие или отсутствие взаимосвязи между рассматриваемым факторным признаком и соответствующими показателями производственного травматизма.

Расчеты по формулам (2.5 – 2.7) показывают, что коэффициент корреляции  $C = 0,53$ ; статистическая величина  $X^2 = 34,5$ ; число степеней свободы  $\nu = 20$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X^2_{\alpha=0,05} = 31,4$  с вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует об установленной статистической зависимости риска травмирования от района производства работ [58].

На основе шкалы Чеддока [193] значимость рассчитанного коэффициента корреляции Пирсона  $C = 0,53$  район производства работ оказывает заметное влияние на показатели производственного травматизма [58]. Логично понимать, что виды происшествий напрямую зависят от районов производства работ и видов трудовой деятельности, поэтому между ними предполагается параллельная взаимосвязь [58].

Для выявления наиболее повторяющихся видов происшествий, построим диаграмму Парето и отобразим ее на рисунке 2.19.

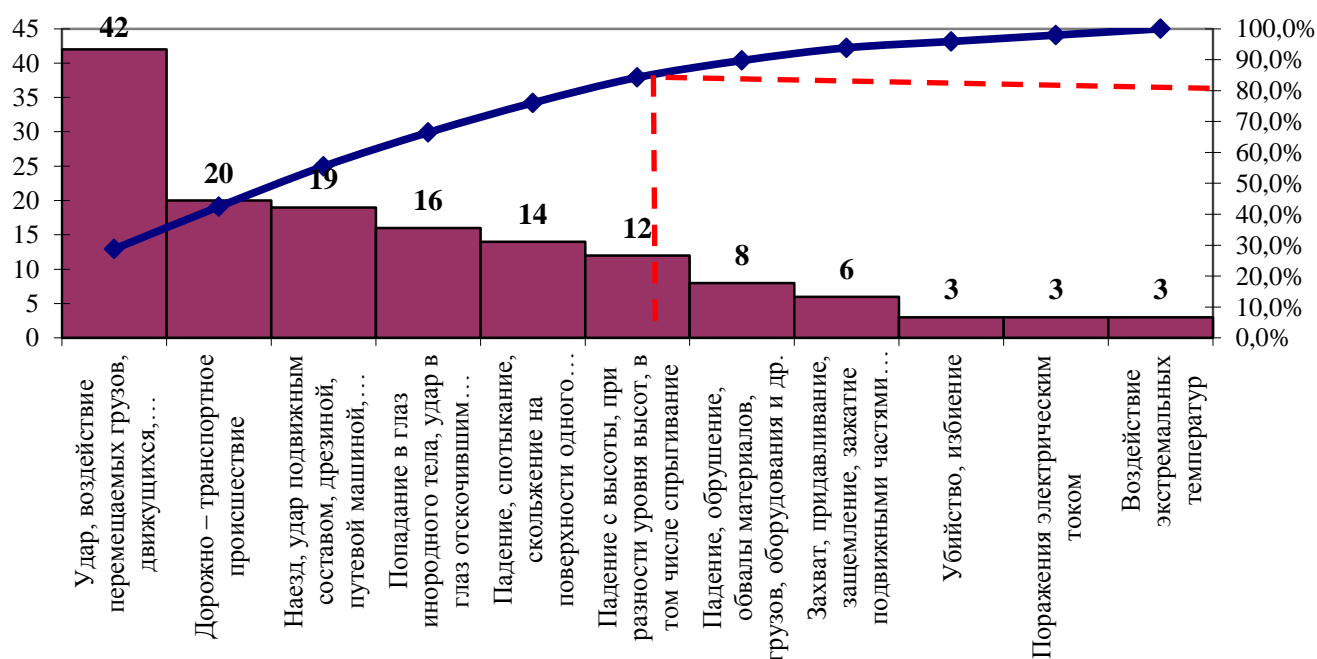


Рисунок 2.19 – Диаграмма Парето – распределение по фактору «вид происшествия»



Из представленных сведений следует, что удар, воздействие перемещаемых грузов, предметов, движущихся, отскочивших деталей при производствах путевых работ, связанных с применением грузоподъемных механизмов, гидравлических приспособлений, электрифицированного инструмента является основным видом происшествий, при которых травмировано доминирующее количество работников – 42 человека, что составляет 27,45% от общего количества травмированных. Орудия труда, применяемые монтажниками пути, как правило, имеют большую массу, что кроме опасности механических травм, создаёт большие физические нагрузки [58].

В дорожно-транспортных происшествиях пострадало 20 человек (13,07%) по причине несоблюдения участниками движения Правил дорожного движения, а также в неблагоприятных метеорологических условиях.

19 работников (12,42%), занятых на работах по текущему содержанию и ремонту пути, приему и отправлению поездов, техническому обслуживанию и ремонту локомотивов и подвижного состава, травмированы от наезда, удара подвижным составом, путевой машиной, краном на железнодорожном ходу пострадало по причине нарушения ими требований безопасности при нахождении на железнодорожных путях. Наиболее распространенные нарушения: несвоевременный уход работающих с пути на безопасное расстояние при приближении поезда, передвижение внутри рельсовой колеи в попутном направлении движения поездов, передвижение и нахождение на междупутье во время проходов поездов, прекращение работ на смежном пути в «окно» при проходе поезда, а также работа без ограждения места работ установленным порядком, в том числе отсутствие сигналистов и неполное ограждение места работ [58, 62, 61, 63, 67].

Несколько меньше, 16 работников (10,46%) получили травмы от попадания в глаз инородного тела, удара в глаз отскочившим предметом, разлетающимися осколками и абразивами при производствах работ с отбойным инструментом в результате неприменения или неправильного применения средств индивидуальной защиты – защитных очков [58, 61, 67].

В результате падения, спотыкания, скольжения на поверхности одного уровня травмировано 14 работников (9,15%) по причине неудовлетворительного содержания территорий, служебных проходов, рабочих мест, а также несоблюдения личной техники безопасности при передвижении пешком [61].

12 человек (8,88%) получили травмы в результате падения с высоты, при разности уровня высот, а также при спрыгивании [61].

Динамику статистических данных исследуемого периода представим в виде диаграммы на рисунке 2.20.

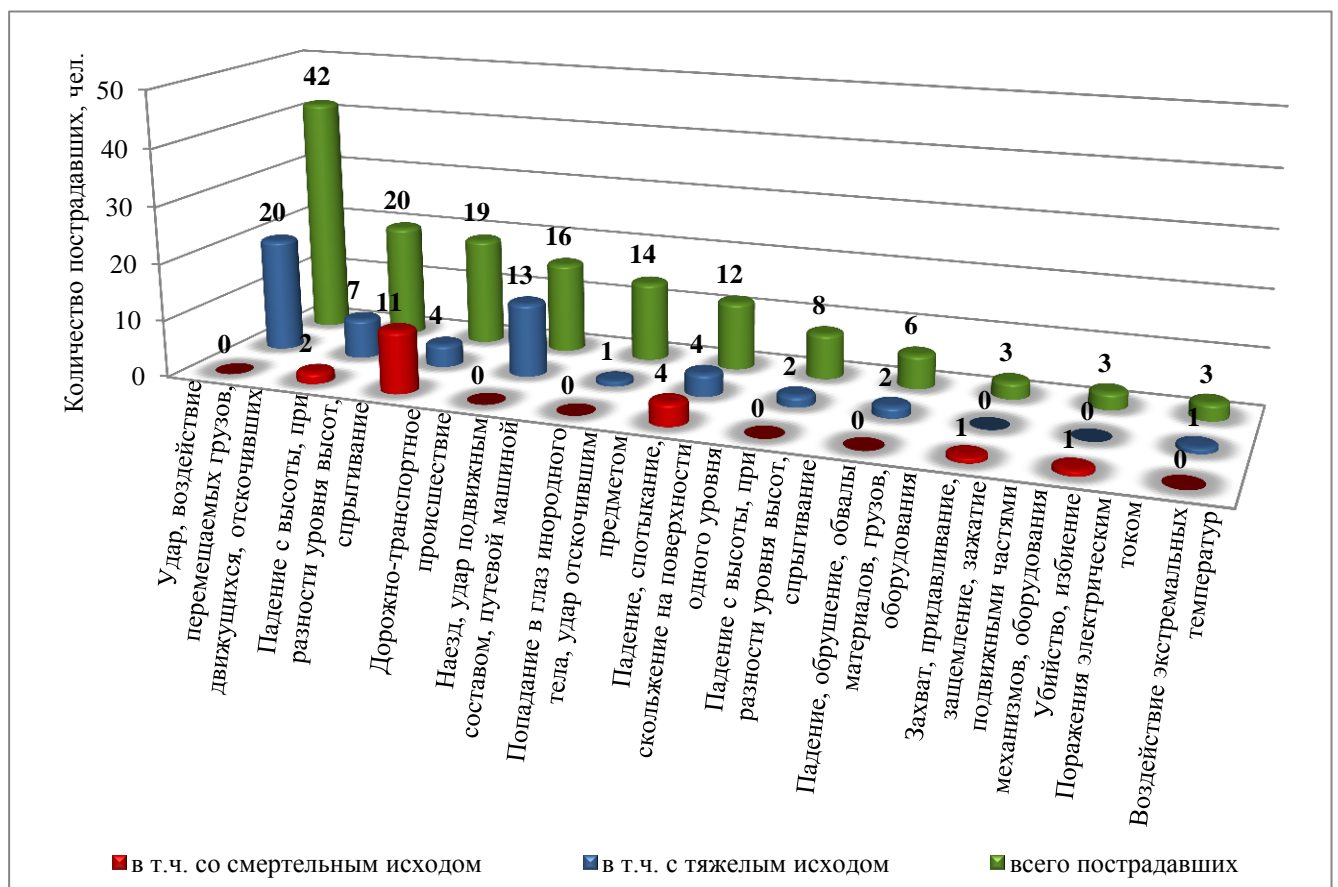


Рисунок 2.20 – Зависимость риска травмирования от фактора «вид происшествия»

Расчеты по формулам (2.5 – 2.7) показывают, что коэффициент корреляции  $C = 0,59$ ; статистическая величина  $X^2 = 36,4$ ; число степеней свободы  $\nu = 20$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X^2_{\alpha=0,05} = 31,4$  с вероятностью 0,95% свидетельствует об установленной статистической зависимости риска травмирования от района производства работ [61].

## 2.6 Анализ и оценка зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев на производстве

Трагические и фатальные события, происшедшие на производстве и приведшие к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавших либо к их смерти, происходят с работниками не случайно. В основном наличествуют причины, вызывающие травмирование работающих, т.е. несчастному случаю предшествуют нарушения требований охраны труда, потенциально влияющие на безопасность их трудовой деятельности [19, 42, 43].

Рассмотрим влияние причин несчастных случаев хозяйства пути, как качественного факторного признака, на риск травмирования.

Наименования исследуемых причин, влияющих на статистические показатели производственного травматизма, изложены в соответствии с классификатором «Учет и анализ производственного травматизма в структурных подразделениях ОАО «РЖД» [185]. Для выявления основных причин несчастных случаев, построим диаграмму Парето и отобразим ее на рисунке 2.21.

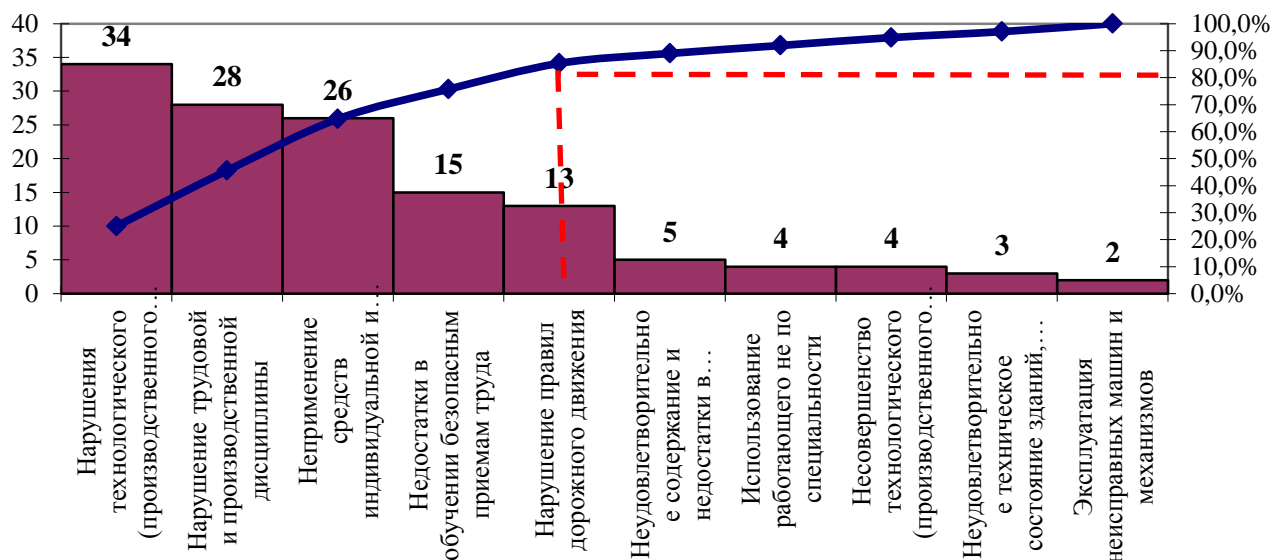


Рисунок 2.21 – Диаграмма Парето – распределение работников по основным причинам происшедших несчастных случаев

На диаграмме видно, что основными причинами несчастных случаев на производстве, происшедшими с работниками хозяйства пути, явились нарушения технологического (производственного) процесса [20, 43], нарушение трудовой и

производственной дисциплины [43, 62], неприменение средств индивидуальной и коллективной защиты [43, 67] и недостатки в обучении безопасным приемам труда [43, 63].

Динамику статистических данных исследуемого периода представим в виде диаграммы на рисунке 2.22.

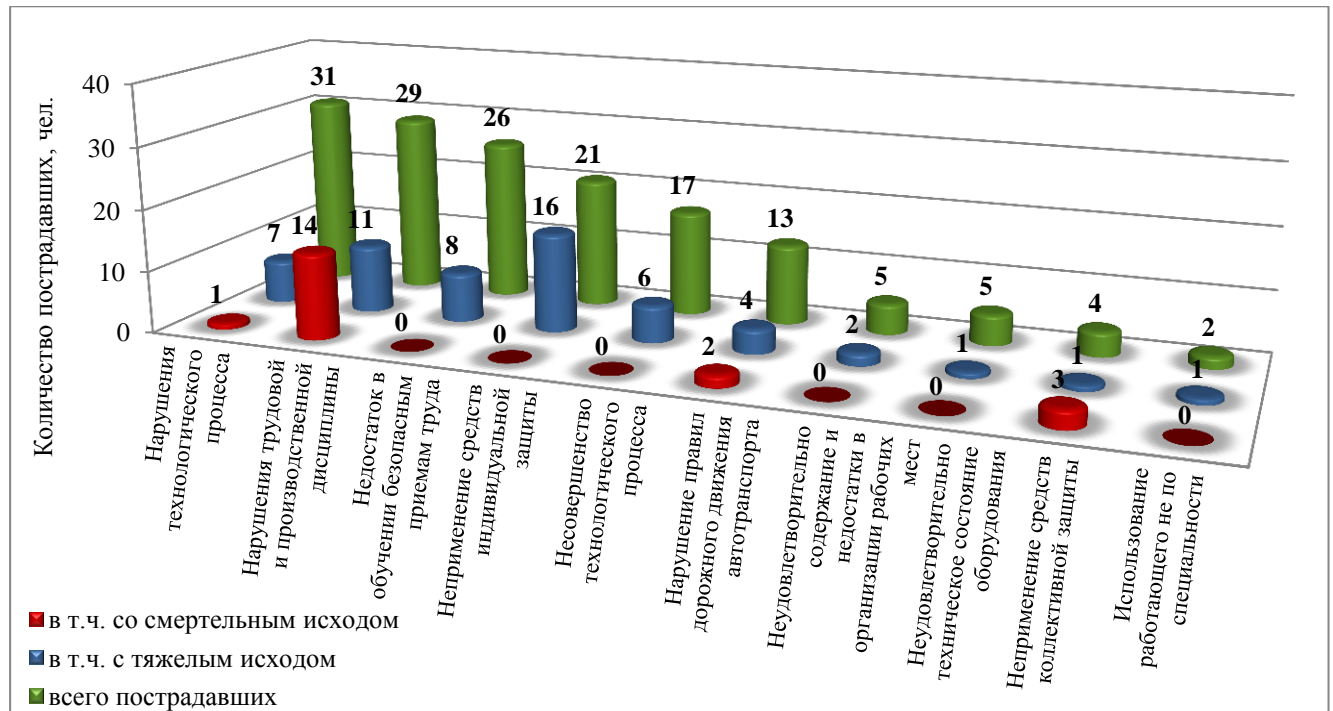


Рисунок 2.22 - Зависимость риска травмирования от фактора «причины несчастных случаев»

Расчеты по формулам (2.5 – 2.7) показывают, что коэффициент корреляции  $C = 0,66$ ; статистическая величина  $X^2 = 82,91$ ; число степеней свободы  $\nu = 18$ .

Сравнение статистического значения с теоретическим  $X^2_{\alpha=0,05} = 28,9$  с вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует об установленной статистической зависимости риска травмирования от причин несчастных случаев [43].

На основе шкалы Чеддока [193] значимость рассчитанного коэффициента корреляции Пирсона  $C = 0,66$  причины несчастных случаев оказывают высокое влияние на риск травмирования работников.

Учитывая высокую взаимосвязь между родительскими причинами несчастных случаев и показателями производственного травматизма, рассмотрим

влияние дочерних причин, оказывающих непосредственное воздействие на риск травмирования работников путевого хозяйства.

Для наглядного представления совокупности и распределения причин несчастных случаев на родительские и дочерние используем причинно-следственную диаграмму Исикавы [42, 195] и применим ее с целью графического отображения взаимосвязи между проблемой производственного травматизма за ряд последовательных лет исследуемого периода и причинами несчастных случаев. Диаграмма Исикавы позволяет прояснить и учесть все существующие причины травмирования работников хозяйства пути, воздействующие на работника в процессе трудовой деятельности и повлекшие за собой несчастный случай на производстве, наглядно показывает связи родительских и дочерних причин и способствует проведению анализа зависимости характеристик и величин [42, 195].

Графическая интерпретация причинно-следственной связи производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги представлена диаграммой Исикавы (Приложение 2).

Из всех идентифицированных дочерних причин производственного травматизма хозяйства пути следует выявить те, которые в значительной мере оказали влияние на наступление несчастного случая [42].

Для этого определим наличие или отсутствие взаимосвязи, т. е. степень влияния исследуемых причин травмирования на количество пострадавших.

Дочерние причины несчастных случаев на производстве рассмотрим, как количественный факторный признак, потенциально влияющий на риск травмирования .

С использованием формул (2.1 – 2.4) произведем расчет коэффициентов корреляции по всем анализируемым причинам несчастных случаев и сравним полученные результаты с пороговым значением  $r_{xy} \geq 0,6$ , определяющие их влияние на риск травмирования [42, 111, 128, 196].

В таблице 2.16 сведены результаты расчетов значений корреляционной зависимости по общему травматизму и по степени тяжести повреждения здоровья пострадавших от несчастных случаев на производстве.

Из произведенных расчетов следует, что коэффициенты корреляции, определяющие взаимосвязь причин несчастных случаев и риск травмирования, превышают пороговое значение  $r_{xy} \geq 0,6$ . Кроме того, при сравнении полученного статистического расчетного значения  $t_{ст}$ , как оценочного критерия значимости коэффициента корреляции [42], с теоретическими значениями таблицы квантили  $t$ -распределения Стьюдента для доверительной вероятности  $1 - a = 0,95$ ;  $1 - a = 0,99$ ;  $1 - a = 0,999$  в зависимости от числа степеней свободы  $\nu = n - 2$ ,  $a_1 = 0,05$  и  $a_2 = 0,01$ , подтверждает наличие искомой взаимосвязи отдельных причин несчастных случаев с вероятностью 0,95%, когда  $t_{ст} > t_{a = 0,05}$ ,  $t_{ст} > 2,201$ , с вероятностью 0,99%, когда  $t_{ст} > t_{a = 0,01}$ ;  $t_{ст} > 3,106$ , с вероятностью 0,999%, когда  $t_{ст} > t_{a = 0,001}$  при  $t_{ст} > 4,437$ , свидетельствует об установленной связи между рассматриваемыми переменными «причина несчастных случаев» и «риск травмирования» [42].

По шкале Чеддока установленные статистические взаимосвязи следует отметить, как значительные. Следовательно, существует потенциал построения уравнений регрессии, эмпирических однофакторных математических моделей анализа влияния причин несчастных случаев на производстве в хозяйстве пути.

Таблица 2.6 – Результаты расчетов значений по общему травматизму и по степени тяжести повреждения здоровья пострадавших от несчастных случаев на производстве

Код причины	Наименование причины несчастных случаев по классификатору	Виды травматизма по степени тяжести повреждения здоровья пострадавших															
		общий				с легким исходом				с тяжелым исходом				со смертельным исходом			
		$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$	$r_{xy}$	$ \bar{r} $	$m_r$	$t_{ст}$
0301	Отсутствие технологического процесса, несоответствие нормативным требованиям	0,83	0,87	0,17	5,17	0,72	0,76	0,21	3,64	0,66	0,69	0,23	3,03	0,72	0,75	0,21	3,57
0402	Нарушение установленного порядка ограждения места производства работ на железнодорожных путях	0,49	###	###	###	0,26	###	###	###	0,00	###	###	###	0,74	0,77	0,20	3,80
0411	Проведение работ на путях без сигналиста	0,47	###	###	###	0,00	###	###	###	0,00	###	###	###	0,63	0,66	0,23	2,80
0405	Несогласованные действия работников между собой	0,68	0,71	0,22	3,23	0,69	0,72	0,22	3,26	0,72	0,75	0,21	3,62	0,00	###	###	###
0406	Нарушение последовательности выполнения работ	0,77	0,80	0,19	4,13	0,71	0,77	0,21	3,45	0,68	0,71	0,22	3,21	0,00	###	###	###
1003	Допуск к работе без обучения, проверки знаний и инструктажа по охране труда	0,81	0,85	0,18	4,81	0,72	0,75	0,22	3,43	0,74	0,77	0,20	3,80	0,64	0,67	0,24	2,74
1006	Ненадлежащее качество проведения инструктажа по охране труда	0,69	0,73	0,22	3,37	0,62	0,64	0,24	2,71	0,65	0,68	0,23	2,98	0,00	###	###	###
1115	Неприменение защитных щитков, защитных очков	0,92	0,96	0,12	7,91	0,27	###	###	###	0,95	0,99	0,10	10,8	0,00	###	###	###
1301	Неприменение средств ограждения места производства работ на железнодорожных путях	0,62	0,65	0,24	2,73	0,15	###	###	###	0,00	###	###	###	0,73	0,77	0,22	3,58
1905	Нарушение требований инструкций по охране труда и личной техники безопасности	0,83	0,86	0,17	5,07	0,61	0,63	0,24	2,63	0,76	0,80	0,19	4,07	0,17	###	###	###
1906	Осознанное нарушение известных мер безопасности	0,85	0,89	0,16	5,59	0,73	0,76	0,21	3,65	0,79	0,83	0,18	4,49	0,68	0,71	0,22	3,19
1909	Применение в работе опасных приемов труда	0,66	0,69	0,23	3,04	0,69	0,72	0,22	3,32	0,72	0,75	0,21	3,62	0,11	###	###	###
1914	Нахождение в состоянии алкогольного опьянения	0,71	0,73	0,21	3,43	0,69	0,72	0,21	3,45	0,67	0,70	0,22	3,09	0,65	0,68	0,23	2,93

Примечание. Если значения коэффициентов корреляции  $r_{xy}$  меньше по отношению к пороговому  $r_{xy} < 0,6$ , то подтверждать его значимость не имеет смысла, поэтому напротив этих значений проставлены условные знаки ###.

Проведенный анализ позволил идентифицировать причины с наибольшими весовыми характеристиками и оказывающие значительное влияние на риск травмирования работников,  $R_{xy}$  превышает пороговое  $R_{xy} \geq 0,6$  (таблица 3).

Проведенные научные исследования за период с 2004-2016 гг. в рамках хозяйства пути Куйбышевской железной дороги показывают, что среди множества причин наступления несчастных случаев установлены те, которые оказывают существенное влияние на потенциал события травмирования работников с последующей временной или стойкой утратой трудоспособности либо смертельным исходом. Из этого следует, что те или иные нарушения требований охраны и безопасности труда, апостериорно повлекшие за собой травмирование работников, являются причинами происшедших несчастных случаев и оказывают значительное влияние на уровень рисков травмирования и возможность наступления несчастного случая в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги [42].

Результаты анализа способствуют потенциалу формирования целенаправленных мероприятий по устранению выявленных нарушений требований охраны труда, способных в значительной степени повлечь за собой несчастный случай.

## **Выводы по главе 2**

Проведенный многофакторный статистический анализ влияния количественных и качественных факторов производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги во временном тренде с 2004-2016 гг. на основе изучения данных актов о происшедших несчастных случаях по форме Н-1 показал, что такие характеристики как возраст работника, время суток, время с начала работы до момента наступления несчастного случая, день недели не оказывают влияние на риск травмирования работников.

Научными исследованиями установлено, что риск травмирования работников и степень тяжести повреждения их здоровья зависит от влияния следующих факторы: стаж работника по специальности, профессия (должность), район производства работ, вид выполняемых работ, из которых профессия



(должность), район производства работ, вид выполняемых работ являются неустранимыми, т.к. обусловлены трудовой функцией работников хозяйства пути, а стаж работника по специальности, причины несчастных случаев являются устранимыми факторами и могут подлежать корректировке. Настоящие выводы и факторы, обуславливающие риск травмирования работников хозяйства пути наглядно отражены в структурной схеме (Приложение 2).

Для снижения рисков травмирования от влияния стажа работников по специальности обоснованно предлагаются к применению следующие превентивные мероприятия в отношении работы с контингентом стажем работы от 0 до 3 лет:

в части обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, которые не противоречат государственным нормативно – правовым актам по охране труда и СТО РЖД 15.011-2015, предлагается:

а) Дополнить перечень основных вопросов вводного инструктажа результатами научных исследований причин несчастных случаев, происшедших в хозяйстве пути за ряд последовательных лет с использованием диаграммы Исикавы (Приложение 1).

б) Дополнить перечень основных вопросов первичного инструктажа тем, что наряду с практическим показом безопасных методов и приемов выполнения работ на непосредственном рабочем месте инструктирующий должен излагать и неправильные действия работников, которые фактически повлекли за собой несчастный случай и его последствия.

в) Проводить повторный инструктаж по охране труда на конкретном рабочем месте с практическим показом безопасных методов и приемов выполнения работ и завершать устной проверкой приобретенных знаний не реже одного раза в месяц.

в части визуализации малоопытных работников предлагается провести следующие профилактические мероприятия:

г) работников стажем работы по специальности от 0 до 3 лет выделить следующими отличительными средствами:

- защитной каской ярко желтого цвета с нанесением на лобовой ее части знака «Малоопытный работник» (восклицательный знак черного цвета);
- курткой специальной одежды с шевронами на спине и правой части груди со знаком «Малоопытный работник» (черный восклицательный знак в треугольнике желтого цвета);
- сигнальный жилет ярко желтого цвета с нанесением на спине и правой части груди знака «Малоопытный работник».

Визуализация данной категории позволит непосредственным и вышестоящим руководителям, а также другим работникам оценивать со стороны безопасность действий малоопытных работников, при необходимости обращать их внимание на нарушения требований охраны труда, оказывать методическую и практическую помощь в работе.

Научными исследованиями установлено, что причины несчастных случаев, обусловленные нарушениями требований охраны труда, оказывают значительное влияние на риск травмирования работников хозяйства пути. В этой связи существует здравый смысл продолжить исследования статистической зависимости производственного травматизма от влияния причин несчастных случаев, происшедших в хозяйстве пути.

### Глава 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ И ОЦЕНКЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ХОЗЯЙСТВА ПУТИ ОТ ВЛИЯНИЯ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

#### 3.1 Разработка однофакторных математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев

Построение прогнозной математической модели зависит от расчетного значения парного коэффициента корреляции  $r_{xy}$ , как показателя наличия и степени взаимосвязи исследуемых характеристик и величин. Значение парного коэффициента корреляции изменяется от  $-1$  до  $+1$ . Если теснота связи между показателями общего производственного травматизма и причинами несчастных случаев не ниже порогового значения  $r_{xy} \geq 0,6$ , то используются линейные прогнозные модели. При положительном значении  $r_{xy}$  связь между исследуемыми переменными прямая, то есть с увеличением  $x_i$  повышается  $y$  [111, 128].

Поэтому для определения потенциала выполнения однофакторного регрессионного анализа изучаемых причин несчастных случаев и построения эмпирического уравнения регрессии, используем результаты расчетов значений по общему травматизму и по степени тяжести повреждения здоровья пострадавших от несчастных случаев на производстве из таблицы 2.10 [42].

Построим однофакторную модельную функцию зависимости риска травмирования от причины несчастных случаев «неприменение защитных очков» [88], определенной в классификаторе под кодом 1115 [185].

Расчеты показали, что коэффициент корреляции по рассматриваемой причине  $r_{xy \text{ общий}} = 0,96$ , статистическое значение  $t_{\text{ст } 1115} = 7,91$ . Теоретическое значение по таблице квантили t-распределения Стьюдента для доверительной вероятности  $1 - a = 0,999$ ,  $t_{a = 0,001} = 4,437$ . Это значит, что  $t_{\text{ст } 1115} > t_{a = 0,001}$ , и с

вероятностью  $P = 0,95$  свидетельствует об установленной связи влияния «неприменения защитных щитков, защитных очков» на риск травмирования [88].

Коэффициент корреляции  $r_{xy} = 0,96 \pm 0,12$  констатирует прямую корреляционную зависимость: с увеличением нарушения требований охраны труда, как «неприменение защитных очков» растет риск травмирования.

Выполним регрессионный анализ с помощью метода наименьших квадратов и построим соответствующее уравнение регрессии, которое с некоторой вероятностью отображает зависимость рисков травмирования от неприменения защитных очков линейной функцией:

$$\hat{y} = b_0x + b_1, \quad (3.1)$$

где:  $\hat{y}$  – прогнозируемое количество пострадавших от несчастных случаев на производстве;

$b_0, b_1$  – оценочные коэффициенты теоретических значений;

$x$  – количество причин несчастных случаев.

Таким образом,  $b_0$  – коэффициент, который показывает каким будет  $y$  в случае, если используемые в модели факторы будут равны 0. Коэффициент  $b_1$  показывают весомость влияния независимой переменной  $x$  [45, 109, 111, 187] – причин несчастных случаев, приведенных в таблице 3.1.

Рассмотрим две непрерывные переменные  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ .

Для графического изображения этих пар наблюдений в виде экспериментальных точек с координатами  $x$ ;  $y$  на плоскости отобразим двумерный график рассеяния в системе декартовых координат, где построим соответствующие точки, обозначая их  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_{13}$  (рисунок 3.1). Координаты точек  $M_1 - M_{13}$ , изображенных на рисунке 1, приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Система декартовых координат графика зависимости

Годы	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Точки в системе декартовых координат	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$	$M_9$	$M_{10}$	$M_{11}$	$M_{12}$	$M_{13}$
Причины несчастных случаев, $x_i$	4	1	1	2	4	2	1	1	0	1	0	2	1
Количество пострадавших, $y$	22	9	13	14	24	18	7	11	6	8	5	9	7

Используя значения таблицы 3.1., построим график зависимости рисков травмирования от причины «неприменение защитных очков» (рисунок 3.1).

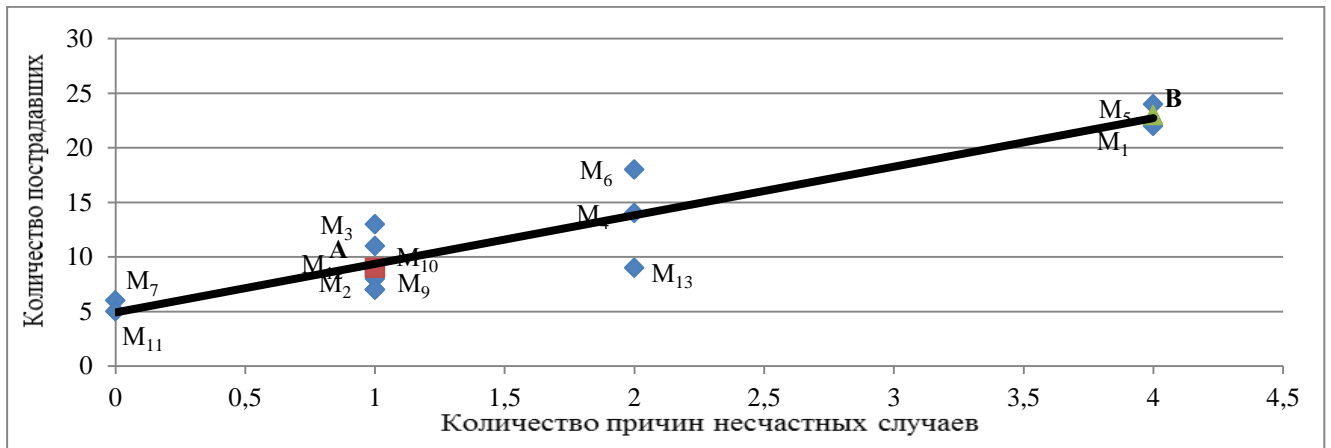


Рисунок 3.1 – Зависимость риска травмирования по причине неприменения защитных очков

Отображенные на графике точки  $M_1 - M_{13}$  аппроксимируются прямой линией. Предположим, что указанные точки расположены в достаточной близости от некоторой прямой ( $l$ ).

Для получения зависимости (3.1) изначально используем метод «натянутой нити» [88, 111]. Для этого исследуемые значения отобразим в виде точек на корреляционном поле. Затем мысленно натянем между ними нить, чтобы по обе стороны осталось примерно одинаковое количество точек и их суммарные отклонения были равными [88, 111].

Возьмем на прямой две точки с координатами  $A(x_1, y_1)$  и  $B(x_2, y_2)$ , совпадающей с направлением нити, которые не обязательно должны присутствовать в выборке наблюдений, но должны быть достаточно удаленными друг от друга [111]. На рисунке точки корреляционного поля находятся почти на одной прямой, значит есть смысл искать линейную функцию. Согласно методу «натянутой нити», проведем среди этих точек прямую и отметим на ней две точки, достаточно далеко отдаленных друг от друга [111]. Используя двухмерную выборку  $XU$ , возьмем точки  $A(1; 11)$  и  $B(5; 24)$ ;  $A(1; 9)$  и  $B(4; 23)$  и подставим соответствующие значения  $X$  и  $Y$  в функцию  $y = ax + b$ , в результате чего получаем систему линейных уравнений [111].

Далее решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} y_1 = x_1 + b_1 \\ y_2 = b_0 x_2 + b_1 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\begin{cases} 9 = 1b_0 + b_1 \\ 23 = 4b_0 + b_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 9 = 1b_0 + b_1 \\ -23 = -4b_0 - b_1 \end{cases}$$

$$-14 = -3b_0$$

$$b_0 = 4,67.$$

Подставив в одно из уравнений системы (3.2) полученное значение  $b_0 = 3,25$ , будем иметь следующее:

$$9 = 4,67 + b_1$$

$$b_1 = 4,33.$$

Искомая функция регрессии имеет следующий вид:

$$y = 4,67x + 4,33.$$

Такой метод «натянутой нити» считается самым простым, но и самым неточным.

Более точным и классическим подходом к оцениванию параметров линейной регрессии является метод наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов позволяет получить такие оценки параметров  $a$  и  $b$ , которые определяют линию линейной регрессии в генеральной совокупности, и при которых сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака  $y$  от расчетных (теоретических) значений минимальна [88, 111, 187]:

$$\sum (y_i - \hat{y})^2 \rightarrow \min$$

Параметры  $a$  и  $b$  находим, используя параметры расположенных на прямой плоскости точек. Рассмотрим точки  $M_i(x_i, y_i)$ , которые в общем случае лежат на прямой, и точку  $N_i(x_i, ax_i + b)$ , которая, в свою очередь, расположена на прямой ( $l$ ), называемой линией тренда, которая отражает устойчивую закономерность, наблюдаемую в течение длительного периода времени. Разность ординат  $ax_i + b - y_i$  характеризует отклонение точки  $M_i(x_i, y_i)$  от линии тренда [88, 111, 187].

Полагая, что  $y$  зависит от  $x$ , причем изменения  $y$  вызываются именно изменениями в  $x$ , можем определить линию регрессии, которая лучше всего описывает прямолинейное соотношение между этими двумя переменными.

Из метода наименьших квадратов [111, 187] следует, что

$$\begin{cases} b_1 = \frac{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \\ a = \bar{y} - b_1 \bar{x} \end{cases} \quad (3.3)$$

Решая систему, получим такие значения  $a$  и  $b$ , при которых уравнение  $y = ax + b$  наилучшим образом выражает зависимость между  $x$  и  $y$  по их значениям и оценивает линию простой парной регрессии [88, 111].

Найдем параметры  $a$  и  $b$  при  $n = 13$ , тогда  $\sum x_i = 20$ ,  $\sum y_i = 153$ ,  $\sum x^2 = 50$ ,  $\sum xy_i = 321$ .

Подставив значения сумм в систему уравнений (3.4),

$$\begin{cases} \sum x^2 b_0 + \sum x_i b_1 = \sum xy_i \\ \sum x_i b_0 + nb_1 = \sum y_i \end{cases} \quad (3.4)$$

получим:

$$\begin{cases} 50b_0 + 20b_1 = 321 \\ 20b_0 + 13b_1 = 153 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 100b_0 + 40b_1 = 642 \\ 100b_0 + 65b_1 = 765 \end{cases}$$

$$-25b_1 = -123$$

$$b_1 = 4,92.$$

Подставив в одно из уравнений системы значение  $b_1$ , получим:

$$50b_0 + 20 \cdot 4,92 = 321$$

$$50b_0 + 98,4 = 321$$

$$50b_0 = 222,6$$

$$b_0 = 4,45$$

Таким образом, количество пострадавших работников по причине неприменения защитных очков оказывает влияние на риск травмирования работников. Полученная зависимость имеет следующий вид:  $y = 4,45x + 4,92$  и является искомым уравнением регрессии [88].

Имея статистические данные исследуемого периода и разработанную математическую модель, проведем регрессионный анализ по рассматриваемой причине [88].

Прогнозные значение  $\hat{y}$  получим путем подстановки в уравнение регрессии соответствующих статистических значений  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$ , сведем в таблицу 3.2 и отобразим на рисунке 3.2.

Таблица 3.2 – Статистические данные и прогнозные значения

Значения $y_i \hat{y}$	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Фактическое, $y_i$	22	9	13	14	24	18	7	11	6	8	5	9	7
Прогнозное, $\hat{y}$	23	9	9	14	23	14	9	9	5	9	5	13	9
Погрешность	1	0	-4	0	-1	-4	2	-2	-1	1	0	4	2

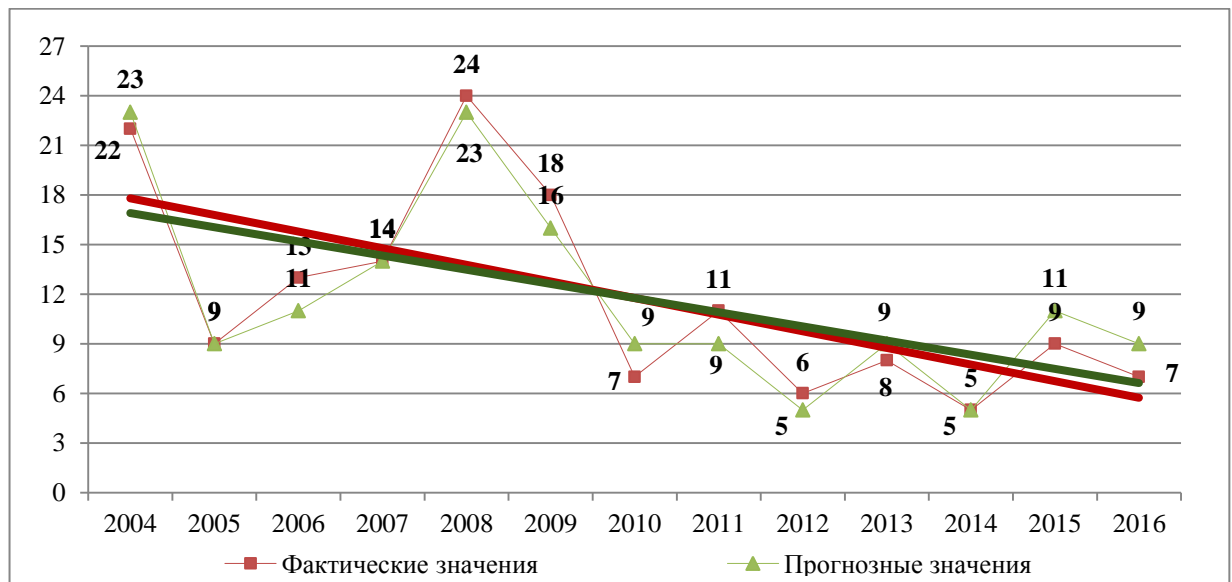


Рисунок 3.2 – Динамика и ретроспективный прогноз общего производственного травматизма по причине неприменения защитных очков

Таким образом, результаты ретроспективного анализа свидетельствуют о тесной сходимости прогнозных и фактических значений количества пострадавших от несчастных случаев на производстве по причине неприменения защитных очков [88].

Аналогичным способом разработаем математические модели по другим исследуемым причинам производственного травматизма (таблица 3.3) [88].



Таблица 3.3 – Математические модели влияния причин несчастных случаев

№	Коды	Наименование причины несчастных случаев по классификатору	Уравнения регрессии
1.	0301	Отсутствие технологического процесса	$y = 7,06x + 3,40$
2.	0405	Несогласованные действия работников между собой	$y = 2,53x + 7,67$
3.	0406	Нарушение последовательности выполнения работ	$y = 1,47x + 8,36$
4.	1003	Допуск к работе без обучения, инструктажа	$y = 3,51x + 6,90$
5.	1006	Ненадлежащее качество проведения инструктажа	$y = 4,63x + 6,07$
6.	1115	Неприменение защитных щитков, очков	$y = 4,45x + 4,92$
7.	1301	Неприменение средств ограждения места работ	$y = 7,53x + 8,87$
8.	1905	Нарушение требований инструкций по охране труда	$y = 1,96x + 3,46$
9.	1906	Осознанное несоблюдение мер безопасности	$y = 1,83x + 5,86$
10.	1909	Применение в работе опасных приемов труда	$y = 1,17x + 9,60$
11.	1914	Нахождение в состоянии алкогольного опьянения	$y = 4,7x + 7,07$

Разработанные математические модели могут использоваться при анализе влияния причин несчастных случаев на риск травмирования только по отдельности [88]. Для определения влияния нескольких причин несчастных случаев на показатели производственного травматизма, проведем множественный регрессионный анализ и разработаем многофакторные математические модели.

### 3.2 Разработка многофакторных математических моделей анализа и оценки зависимости рисков травмирования от влияния причин несчастных случаев

Событие травмирования работника может наступить в результате воздействия не от одной, а от нескольких причин, когда функция отклика  $y_i$  «количество пострадавших» зависит от нескольких объясняющих факторов «причин несчастных случаев»  $x_i$ . В этом случае установление взаимосвязи между исследуемыми характеристиками и величинами осуществляется с помощью матрицы, имеющей следующий вид [55, 109, 111, 128]:

$$\begin{pmatrix} y_1 & x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ y_2 & x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ y_3 & x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3j} & \dots & x_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_i & x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{pmatrix}, \quad (3.5)$$

где  $n$  – количество значений динамического ряда показателей общего производственного травматизма хозяйства пути,  $n = 13$ ;

$p$  – число факторов – причин несчастных случаев,  $p = 11$ ;

$x_{ij}$  – значение  $j$ -ой причины несчастного случая для  $i$ -го наблюдения (года);

$y_i$  – значение функции отклика для  $i$ -го наблюдения [55, 109, 128].

Множественная регрессия представляет собой модель, где среднее значение зависимой переменной  $y$  рассматривается, как функция нескольких независимых переменных  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  и определяется в виде аналитического выражения [55, 109, 111, 128]:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_ix_i + \dots + b_px_p, \quad (3.6)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$  – оценочные коэффициенты теоретических значений.

Таким образом,  $b_0$  – коэффициент, который показывает каким будет  $y$  в случае, если используемые в модели факторы будут равны 0. Коэффициенты  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$  показывают весомость влияния независимых переменных  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  [109, 111, 128] – причин несчастных случаев, приведенных в таблице 3.1.

Для разработки математической модели используем значения количества пострадавших, как функции отклика  $y_i$ , и причин их травмирования  $x_i$ , от которых они зависят (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Распределение пострадавших по общему травматизму

№ п/п	Годы	Количество пострадавших	Количество пострадавших по исследуемым причинам несчастных случаев										
			0301	0405	0406	1003	1006	1115	1301	1905	1906	1909	1914
1.	2004	22	5	6	4	5	2	4	1	7	6	3	3
2.	2005	9	0	0	2	1	0	1	0	2	1	1	1
3.	2006	13	0	1	1	2	1	1	0	2	4	0	0
4.	2007	14	1	2	2	2	1	2	0	4	4	1	2
5.	2008	24	4	2	12	2	3	4	1	10	11	13	2
6.	2009	18	2	2	3	3	2	2	1	7	3	0	1
7.	2010	7	1	1	1	0	1	1	0	5	1	1	0
8.	2011	11	1	2	0	1	1	1	1	5	3	1	1
9.	2012	6	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
10.	2013	8	1	3	3	0	2	1	0	2	2	2	1
11.	2014	5	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
12.	2015	9	1	1	0	1	1	2	0	4	2	1	0
13.	2016	7	1	1	2	0	2	1	1	2	4	1	1

Подставив числовые значения из таблицы 3.4 в матрицу (3.5), получим:

$$\begin{pmatrix} 22 & 5 & 6 & 4 & 5 & 2 & 4 & 1 & 7 & 6 & 3 & 3 \\ 9 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 1 & 0 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 13 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 \\ 14 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 0 & 4 & 4 & 1 & 2 \\ 24 & 4 & 2 & 12 & 2 & 3 & 4 & 1 & 10 & 11 & 13 & 2 \\ 18 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 7 & 3 & 0 & 1 \\ 7 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 5 & 1 & 1 & 0 \\ 11 & 1 & 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 5 & 3 & 1 & 1 \\ 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 1 & 3 & 3 & 0 & 2 & 1 & 0 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 9 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 2 & 0 & 4 & 2 & 1 & 0 \\ 7 & 1 & 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 2 & 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Задача множественного регрессионного анализа состоит в построении такого уравнения плоскости в  $(p+1)$ -мерном пространстве, отклонения результатов наблюдений  $y_i$  от которой были бы минимальными [55, 109, 111, 128].

Вычислим значения коэффициентов  $b_0, b_j$  в линейном полиноме:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_j x_j. \quad (3.7)$$

Для отыскания минимума выражения (3.5) необходимо найти частные производные по всем неизвестным  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$  и приравнять их к нулю. Полученные уравнения образуют матричную форму [109, 111, 128].

$$(X^T X) \cdot B = X^T Y, \quad (3.8)$$

где  $B$  – вектор-столбец оценок искоемых коэффициентов регрессии аппроксимирующего линейного полинома (3.7):

$$B = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ b_j \\ \cdot \\ b_p \end{pmatrix}. \quad (3.9)$$

Согласно методу наименьших квадратов, вектор  $B$  определяется из выражения [55, 109, 111, 128]:

$$B = X^T X^{-1} \cdot X^T Y, \quad (3.10)$$

где  $X$  – матрица значений всех исследуемых причин производственного травматизма хозяйства пути, представленная в виде [55, 109, 111, 128]:

$$X = \begin{pmatrix} x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3j} & \dots & x_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i0} & x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n0} & x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{pmatrix}, \quad (3.11)$$

где  $x_{ip}$  – вектор-столбец, определяющий свободный член уравнения регрессии.

Подставив в матрицу  $X$  (3.11) статистические значения, получим:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 4 & 5 & 2 & 4 & 1 & 7 & 6 & 3 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 1 & 0 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 0 & 4 & 4 & 1 & 2 \\ 1 & 4 & 2 & 12 & 2 & 3 & 4 & 1 & 10 & 11 & 13 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 7 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 5 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 5 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 3 & 3 & 0 & 2 & 1 & 0 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 2 & 0 & 4 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 2 & 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$Y$  – вектор-столбец опытных значений количества пострадавших:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \\ y_9 \\ y_{10} \\ y_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 \\ 9 \\ 13 \\ 14 \\ 24 \\ 18 \\ 7 \\ 11 \\ 6 \\ 8 \\ 5 \\ 9 \\ 7 \end{pmatrix} \quad (3.14)$$

$X^T$  – матрица транспонированная к матрице  $X$ .

Перемножив  $X^T$  и  $X$ , получим [109, 111, 128]:

$$X^T X = \begin{pmatrix} n & \sum x_{i1} & \sum x_{i2} & \dots & \sum x_{ij} & \dots & \sum x_{ip} \\ \sum x_{i1} & \sum x_{i1}^2 & \sum x_{i1}x_{i2} & \dots & \sum x_{i1}x_{ij} & \dots & \sum x_{i1}x_{ip} \\ \sum x_{i2} & \sum x_{i2}x_{i1} & \sum x_{i2}^2 & \dots & \sum x_{i2}x_{ij} & \dots & \sum x_{i2}x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_{ij} & \sum x_{ij}x_{i1} & \sum x_{ij}x_{i2} & \dots & \sum x_{ij}^2 & \dots & \sum x_{ij}x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_{ip} & \sum x_{ip}x_{i1} & \sum x_{ip}x_{i2} & \dots & \sum x_{ip}x_{ij} & \dots & \sum x_{ip}^2 \end{pmatrix}. \quad (3.15)$$

При подстановке числовых значений матрица (3.16) выглядит так [55]:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 13 & 18 & 21 & 30 & 18 & 16 & 20 & 5 & 55 & 42 & 24 & 13 \\ 18 & 52 & 52 & 82 & 43 & 34 & 48 & 13 & 115 & 96 & 74 & 30 \\ 21 & 52 & 65 & 71 & 49 & 37 & 50 & 13 & 113 & 95 & 57 & 34 \\ 30 & 82 & 71 & 192 & 61 & 64 & 83 & 21 & 198 & 194 & 181 & 50 \\ 18 & 43 & 49 & 61 & 50 & 28 & 44 & 11 & 100 & 84 & 46 & 29 \\ 16 & 34 & 37 & 64 & 28 & 30 & 35 & 10 & 86 & 77 & 55 & 21 \\ 20 & 48 & 50 & 83 & 44 & 35 & 50 & 12 & 116 & 101 & 74 & 30 \\ 5 & 13 & 13 & 21 & 11 & 10 & 12 & 5 & 31 & 27 & 18 & 8 \\ 55 & 115 & 113 & 198 & 100 & 86 & 116 & 31 & 313 & 240 & 177 & 68 \\ 42 & 96 & 95 & 194 & 84 & 77 & 101 & 27 & 240 & 234 & 180 & 62 \\ 24 & 74 & 57 & 181 & 46 & 55 & 74 & 18 & 177 & 180 & 188 & 42 \\ 13 & 30 & 34 & 50 & 29 & 21 & 30 & 8 & 68 & 62 & 42 & 23 \end{pmatrix}.$$

В матрице  $(X^T X)$  число 13, лежащее на пересечении 1-й строки и 1-го столбца, получено, как сумма произведений элементов 1-й строки матрицы  $X^T$  и 1-го столбца матрицы  $X$  [109, 111, 128].

Перемножив матрицы  $Y$  и  $X^T$ , получим матрицу  $(X^T Y)$  [55]:

$$X^T Y = \begin{pmatrix} \sum y_i \\ \sum y_i x_{i1} \\ \sum y_i x_{i2} \\ \sum y_i x_{i3} \\ \sum y_i x_{i4} \\ \sum y_i x_{i5} \\ \sum y_i x_{i6} \\ \sum y_i x_{i7} \\ \sum y_i x_{i8} \\ \sum y_i x_{i9} \\ \sum y_i x_{i10} \\ \sum y_i x_{i11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 153 \\ 304 \\ 326 \\ 534 \\ 300 \\ 236 \\ 321 \\ 82 \\ 805 \\ 674 \\ 451 \\ 200 \end{pmatrix} \quad (3.16)$$

Для решения системы нормальных уравнений в матричной форме (3.8) умножим ее слева на матрицу, обратную матрице системы нормальных уравнений, тогда [109, 111, 128]:

$$(X^T X)^{-1} (X^T X) \cdot B = (X^T X)^{-1} (X^T Y), \quad (3.17)$$

где  $B$  – вектор-столбец оценок коэффициентов регрессии.

Вектор оценок коэффициентов регрессии  $B$  находим, используя метод наименьших квадратов и решения системы нормальных уравнений в матричной форме [55, 109, 111, 128]:

$$B = (X^T X)^{-1} (X^T Y) \quad (3.18)$$

Для решения уравнения (3.18) находим обратную матрицу  $(X^T X)^{-1}$ . Каждый коэффициент линейного полинома (3.9) находим по формуле [109, 111, 128]:

$$b_j = \sum_{i=0}^n c_{ij} \sum_{i=1}^n y_i x_{ij}, \quad (3.19)$$

где  $c_{ij}$  – элементы обратной матрицы  $(X^T X)^{-1}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 13$ ;  $j = 1, 2, \dots, 11$ .

Рассчитав элементы  $c_{ij}$ , интегрируем их в соответствующую обратную матрицу  $(X^T X)^{-1}$ , которая будет иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} 1,12 & 0,12 & 0,21 & 0,22 & -0,07 & -0,72 & 0,28 & 0,81 & -0,28 & -0,06 & -0,01 & -0,59 \\ 0,12 & 0,56 & -0,25 & -0,04 & -0,05 & 0,14 & -0,15 & -0,37 & -0,07 & 0,09 & -0,09 & 0,04 \\ 0,21 & -0,25 & 0,50 & 0,29 & -0,30 & -0,91 & 0,19 & 0,52 & 0,02 & 0,12 & -0,19 & -0,45 \\ 0,22 & -0,04 & 0,29 & 0,39 & -0,36 & -0,87 & 0,28 & 0,40 & -0,01 & 0,14 & -0,33 & -0,37 \\ -0,07 & -0,05 & -0,30 & -0,37 & -0,67 & 1,04 & -0,46 & -0,31 & -0,03 & -0,28 & 0,44 & 0,26 \\ -0,72 & 0,14 & -0,91 & -0,88 & 1,04 & 2,68 & -0,85 & -1,32 & 0,03 & -0,47 & 0,75 & 1,04 \\ 0,28 & -0,15 & 0,19 & 0,28 & -0,46 & -0,85 & 0,92 & 0,69 & -0,08 & 0,04 & -0,26 & -0,34 \\ 0,81 & -0,37 & 0,52 & 0,40 & -0,31 & -1,32 & 0,69 & 1,85 & -0,15 & -0,05 & -0,14 & -0,74 \\ -0,24 & -0,07 & 0,02 & -0,01 & -0,03 & 0,03 & -0,08 & -0,15 & 0,09 & 0,03 & -0,02 & 0,09 \\ -0,06 & 0,09 & 0,12 & 0,14 & -0,28 & -0,47 & 0,04 & -0,05 & 0,03 & 0,23 & -0,21 & -0,13 \\ -0,01 & -0,09 & -0,19 & -0,33 & 0,44 & 0,75 & -0,26 & -0,14 & -0,02 & -0,23 & 0,39 & 0,22 \\ -0,59 & 0,04 & -0,44 & -0,37 & 0,26 & 1,04 & -0,34 & -0,74 & 0,09 & -0,13 & 0,22 & 0,83 \end{pmatrix}$$

В результате проведения математических операций получаем искомый линейный полином первой степени (3.7) с известными коэффициентами  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$ , являющийся аппроксимацией функции (3.6).

Коэффициенты уравнения множественной регрессии при  $n > 10$  и  $p > 3$  вручную рассчитать весьма затруднительно [109, 128], поэтому для рационализации их вычислений используем пакет прикладной программы ЭВМ «РТС Mathcad Express Prime 3.1», формулу (3.20) и получаем значения искомых коэффициентов полинома (3.7) в виде вектор-столбца  $B$  (3.9):

$$B = \begin{pmatrix} 3,197 \\ -1,591 \\ 1,373 \\ 1,475 \\ 1,345 \\ -2,04 \\ 0,754 \\ 0,908 \\ 0,955 \\ 0,935 \\ -0,856 \\ -1,147 \end{pmatrix}$$

Подставив полученные коэффициенты в уравнение (3.6), получим эмпирическую модельную функцию [55]:

$$\hat{y} = 3,197 - 1,59x_1 + 1,373x_2 + 1,457x_3 + 1,345x_4 - 2,04x_5 + 0,754x_6 + 0,908x_7 + 0,954x_8 + 0,934x_9 - 0,856x_{10} - 1,146x_{11} \quad (3.20)$$

Для определения наличия искомой взаимосвязи и степени ее достоверности рассчитаем стандартную ошибку прогноза  $S_{xy}$ , являющуюся статистической мерой вариации фактических значений  $y$  от предсказанных значений  $\hat{y}$  и одним из основных показателей качества представления экспериментальных данных.

Фактические значения могут отличаться от теоретических, но чем меньше это отличие, тем ближе теоретические значения подходят к эмпирическим данным, тем выше качество полученной математической модели [55, 109, 111, 128]. Стандартную ошибку прогноза определим по формуле:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - p - 1}}, \quad (3.21)$$

где  $y_i$  – значение функции отклика для  $i$ -го опыта;

$\bar{y}$  – среднее значение по  $y_i$ ,  $\bar{y} = 11,769$ .

Подставив расчетные значения в формулу (3.21), получим:

$$S_{xy} = \pm \sqrt{\frac{1,329^2}{1}} = \pm 1,329 \approx \pm 1,33 \approx \pm 1.$$

Полученное значение свидетельствует о высоком качестве разработанной математической модели и является незначительной погрешностью прогноза.

Имея фактические значения количества пострадавших за исследуемый период и, используя разработанную математическую модель, проведем регрессионный анализ производственного травматизма. Прогнозные значения  $\hat{y}$  получим путем подстановки статистических значений  $x_i$  в модель и сведем в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Статистические и прогнозные значения

Значения $y_i, \hat{y}$	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Фактическое, $y_i$	22	9	13	14	24	18	7	11	6	8	5	9	7
Прогнозное, $\hat{y}$	23	10	14	14	24	18	8	11	6	8	6	9	8
Погрешность	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1

Вероятность точечного прогноза практически равна нулю. Интервальный прогноз определяет значимость оценки статистических характеристик и заключается в построении нижней и верхней границ интервала, содержащего точную величину для прогнозного значения  $\hat{y}$  с заданной доверительной вероятностью параметра близкой к единице  $P = 0,95$ , когда риск ошибки ничтожен. Тогда можно ожидать, что доверительный интервал покроет истинное значение параметра генеральной совокупности приблизительно в  $P - 100\%$  и лишь в  $(100 - P)\%$  случаев оценка будет ошибочной. Выбираем  $P = 0,95$ , когда риск ошибки составляет 5%, а доверительный интервал – 95% [109, 111, 128].

Доверительный интервал прогноза  $y_{min} \leq \hat{y} \leq y_{max}$  для индивидуальных значений  $\hat{y}$  определим по следующей формуле [109, 111, 128]:

$$\hat{y} - t_{a; n-k-1} S_{xy} \sqrt{1 + \bar{x}^T (X^T X)^{-1} x} \leq \hat{y} \leq \hat{y} + t_{a; n-k-1} S_{xy} \sqrt{1 + \bar{x}^T (X^T X)^{-1} x}, \quad (3.22)$$

где  $\hat{y}$  – прогнозируемое значение количества пострадавших;

$t_{a; n-p-1}$  – теоретическое значение по таблице квантили  $t$ -распределения Стьюдента для доверительной вероятности  $1 - a = 0,95$ , в зависимости от числа степеней свободы  $v = n - p - 1$ ,  $v = 13 - 11 - 1 = 1$ ,  $a = 0,05$ ,  $t_{0,95; 1} = 12,706$ ;

$S_{xy}$  – стандартная ошибка прогноза, расчетное значение  $S_{xy} = 1,33$ .

$(X^T X)^{-1}$  – матрица, обратная матрице системы нормальных уравнений  $(X^T X)$ , искомая по формуле (3.17),

$$\bar{x}^T = \|\| 1 \quad \bar{x}_2 \quad \bar{x}_3 \quad \bar{x}_4 \quad \bar{x}_5 \quad \bar{x}_6 \quad \bar{x}_7 \quad \bar{x}_8 \quad \bar{x}_9 \quad \bar{x}_{10} \quad \bar{x}_{11} \quad 1 \|\|$$

Подставив расчетные значения в формулу (3.22), получим:  $\bar{x}^T (X^T X)^{-1} x =$

$$\|\| 1 \quad 1,38 \quad 1,62 \quad 2,31 \quad 1,38 \quad 1,23 \quad 1,54 \quad 0,38 \quad 4,23 \quad 3,23 \quad 1,85 \quad 1 \|\| \cdot$$

$$\begin{pmatrix} 1,12 & 0,12 & 0,21 & 0,22 & -0,07 & -0,72 & 0,28 & 0,81 & -0,28 & -0,06 & -0,01 & -0,59 \\ 0,12 & 0,56 & -0,25 & -0,04 & -0,05 & 0,14 & -0,15 & -0,37 & -0,07 & 0,09 & -0,09 & 0,04 \\ 0,21 & -0,25 & 0,50 & 0,29 & -0,30 & -0,91 & 0,19 & 0,52 & 0,02 & 0,12 & -0,19 & -0,45 \\ 0,22 & -0,04 & 0,29 & 0,39 & -0,36 & -0,87 & 0,28 & 0,40 & -0,01 & 0,14 & -0,33 & -0,37 \\ -0,07 & -0,05 & -0,30 & -0,37 & -0,67 & 1,04 & -0,46 & -0,31 & -0,03 & -0,28 & 0,44 & 0,26 \\ -0,72 & 0,14 & -0,91 & -0,88 & 1,04 & 2,68 & -0,85 & -1,32 & 0,03 & -0,47 & 0,75 & 1,04 \\ 0,28 & -0,15 & 0,19 & 0,28 & -0,46 & -0,85 & 0,92 & 0,69 & -0,08 & 0,04 & -0,26 & -0,34 \\ 0,81 & -0,37 & 0,52 & 0,40 & -0,31 & -1,32 & 0,69 & 1,85 & -0,15 & -0,05 & -0,14 & -0,74 \\ -0,24 & -0,07 & 0,02 & -0,01 & -0,03 & 0,03 & -0,08 & -0,15 & 0,09 & 0,03 & -0,02 & 0,09 \\ -0,06 & 0,09 & 0,12 & 0,14 & -0,28 & -0,47 & 0,04 & -0,05 & 0,03 & 0,23 & -0,21 & -0,13 \\ -0,01 & -0,09 & -0,19 & -0,33 & 0,44 & 0,75 & -0,26 & -0,14 & -0,02 & -0,23 & 0,39 & 0,22 \\ -0,59 & 0,04 & -0,44 & -0,37 & 0,26 & 1,04 & -0,34 & -0,74 & 0,09 & -0,13 & 0,22 & 0,83 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1,38 \\ 1,62 \\ 2,31 \\ 1,38 \\ 1,23 \\ 1,54 \\ 0,38 \\ 4,23 \\ 3,23 \\ 1,85 \\ 1 \end{pmatrix}$$

= 0,077.



$$t_{\alpha; n-p-1} S_{xy} \sqrt{1 + \bar{x}^T (X^T X)^{-1} x} = 12,706 \times 1,33 \cdot \sqrt{1 + 0,077} = 17,53 \approx 18.$$

Определим доверительный интервал  $y_{min}$  и  $y_{max}$  для прогнозного значения  $\hat{y}_1$  по формуле (3.23). Тогда  $y_{min} = 5$  – нижнее значение и  $y_{max} = 41$  – верхнее значение доверительного интервала прогноза,  $5 \leq \hat{y}_1 \leq 41$ .

Таким образом, с заданной вероятностью  $P = 0,95$  можно ожидать, что количество пострадавших  $\hat{y}_1$ , как зависимая переменная при фактических значениях  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  – причин несчастных случаев будет в пределах минимально и максимально возможных границ интервала  $\hat{y}_i \pm 18$ . Аналогично рассчитаем доверительный интервал для последующего периода исследования значений  $\hat{y}_2, \hat{y}_3, \dots, \hat{y}_i, \dots, \hat{y}_p$  (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Доверительный интервал ретроспективного прогноза

Динамический ряд	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Верхние значения	41	28	32	32	42	36	27	29	24	26	24	27	26
Нижние значения	5	-8	-4	-4	6	0	-9	-7	-12	-10	-12	-9	-10

Графическую интерпретацию статистических и расчетных прогнозных значений полученной математической модели и наглядное изображение верхних и нижних границ доверительного интервала прогноза по общему производственному травматизму в хозяйстве пути отобразим на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Динамика и ретроспективный прогноз общего травматизма

Результат ретроспективного прогноза свидетельствует о весьма тесной сходимости прогнозных и фактических значений количества пострадавших от несчастных случаев на производстве.

Далее определим значимость коэффициентов уравнения регрессии по  $t$ -критерию Стьюдента, используя соответствующие формулы [109, 111, 128].

Для коэффициентов  $b_1, \dots, b_j, \dots, b_p$ :

$$t_{стb_1} = \frac{b_1}{S_{b_1}}, \quad (3.23)$$

где  $S_{b_1}$  – остаточная дисперсия или стандартная ошибка коэффициента  $b_1$ , которая в свою очередь определяется как:

$$S_{b_1} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}, \quad (3.24)$$

Имея расчетные значения, определим стандартную ошибку коэффициента  $b_1$  по формуле (3.24):

$$S_{b_1} = \frac{1,33}{\sqrt{(18 - 24,9)^2}} = 0,991.$$

По формуле (3.23) рассчитаем остаточную дисперсию значения  $t_{ст}$  для параметра  $b_1$ :

$$t_{стb_1} = \frac{1,59}{0,991} = -1,603.$$

Для коэффициента  $b_0$  аналогично:

$$t_{стb_0} = \frac{b_0}{S_{b_0}}, \quad (3.25)$$

где  $S_{b_0}$  – стандартная ошибка свободного члена  $b_0$ , находится по формуле:

$$S_{b_0} = S_{xy} \sqrt{\frac{\sum x^2}{n \sum(x - \bar{x})^2}}, \quad (3.26)$$

Подставив расчетные значения, определим стандартную ошибку свободного члена уравнения регрессии  $b_0$  по формуле (3.26):

$$S_{b_0} = 1,33 \sqrt{\frac{324}{13(5 - 1,38)^2 + (x_i - 1,38)^2 + \dots + (x_p - 1,38)^2}} = 1,407.$$

Затем по формуле (3.25) рассчитаем значения  $t_{ct}$  для  $b_0$ :

$$t_{ct_{b_0}} = \frac{3,197}{1,407} = 2,272.$$

Аналогично рассчитаем стандартные ошибки для остальных коэффициентов  $b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$  и сведем полученные расчетные данные в таблицу 3.8.

Далее определим доверительные интервалы для параметров регрессии генеральной совокупности с надежностью 95%. Доверительный интервал для параметра  $b_0$  найдем по формуле [109, 111, 128].

$$b_0 - t_{a; n-k-1} S_{b_0} \leq b_0 \leq b_0 + t_{a; n-k-1} S_{b_0}, \quad (3.27)$$

где  $t_{a; n-p-1}$  – теоретическое значение по таблице квантили t-распределения Стьюдента для доверительной вероятности  $1 - a = 0,95$ , в зависимости от числа степеней свободы  $\nu = n - p - 1$ ,  $a = 0,05$ ;  $t_{0,95; 1} = 12,706$ .

Тогда, подставив в формулу (3.27) соответствующие расчетные значения, получим:  $3,197 - 12,706 \cdot 1,407 \leq b_0 \leq 3,197 + 12,706 \cdot 1,407$

$$-14,684 \leq b_0 \leq 21,078.$$

Аналогично получим доверительные интервалы для параметров  $b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_p$  по формуле (3.28):

$$b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p - t_{a; n-k-1} S_{b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p} \leq b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p \leq b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p + t_{a; n-k-1} S_{b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_p} \quad (3.28)$$

Для коэффициента  $b_1$  получим следующий доверительный интервал:

$$-1,591 - 12,706 \cdot 0,992 \leq b_1 \leq -1,591 + 12,706 \cdot 0,992$$

$$-14,195 \leq b_1 \leq 11,014.$$

Расчетные данные сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Расчетные данные по значимости параметров модели

Коды причин	Переменные	Коэффициенты	Стандартная ошибка	Статистическое значение	Уровень значимости	Доверительный интервал для коэффициентов регрессии	
		$b_0, b_1, \dots, b_i, \dots, b_p$	$S$	$t_{ст}$	$p$	Нижние границы	Верхние границы
	$Y_{пер}$	3,197	1,407	2,272	0,264	-14,684	21,078
0301	$x_1$	-1,591	0,992	-1,603	0,355	-14,195	11,014
0405	$x_2$	1,373	0,940	1,460	0,382	-10,576	13,323
0406	$x_3$	1,457	0,826	1,764	0,328	-9,0378	11,952
1003	$x_4$	1,345	1,091	1,233	0,434	-12,514	15,205
1006	$x_5$	-2,040	2,175	-0,938	0,520	-29,678	25,598
1115	$x_6$	0,754	1,274	0,592	0,659	-15,429	16,937
1301	$x_7$	0,908	1,807	0,503	0,703	-22,052	23,869
1905	$x_8$	0,955	0,391	2,441	0,248	-4,0150	5,925
1906	$x_9$	0,935	0,639	1,463	0,382	-7,1835	9,053
1909	$x_{10}$	-0,856	0,830	-1,031	0,490	-11,407	9,694
1914	$x_{11}$	-1,146	1,212	-0,946	0,517	-16,548	14,256

При статистическом анализе и научном исследовании производственного травматизма необходимо учитывать последствия несчастного случая [159].

Ранжируем пострадавших по степени их травмирования с легким, тяжелым и смертельным исходом соответственно. Причины несчастных случаев распределим по кодам классификатора [185] (таблицы 3.8 – 3.10).

Таблица 3.8 – Распределение пострадавших работников с легким исходом

№ п/п	Годы	Количество пострадавших	Количество причин несчастных случаев								
			0301	0405	0406	1003	1006	1905	1906	1909	1914
1.	2004	9	0	1	2	1	1	2	1	1	0
2.	2005	4	0	0	1	1	0	2	1	0	0
3.	2006	8	0	1	0	1	1	0	1	0	0
4.	2007	7	1	1	1	0	1	4	2	1	0
5.	2008	14	3	1	8	1	2	8	7	8	1
6.	2009	10	1	1	0	1	2	6	0	0	0
7.	2010	4	0	0	0	0	1	4	1	0	0
8.	2011	5	0	1	0	0	1	5	0	0	0
9.	2012	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0
10.	2013	3	0	1	1	0	2	2	0	1	0
11.	2014	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12.	2015	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0
13.	2016	3	1	0	1	0	1	1	1	1	0

Таблица 3.9 – Распределение работников с тяжелым исходом

№ п/п	Годы	Количество пострадавших	Количество причин несчастных случаев									
			0301	0405	0406	1003	1006	1115	1905	1906	1909	1914
1.	2004	10	3	5	2	2	1	4	5	3	2	2
2.	2005	4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
3.	2006	4	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0
4.	2007	4	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0
5.	2008	9	1	1	3	1	1	4	2	4	5	1
6.	2009	5	0	1	3	1	0	2	1	2	0	0
7.	2010	3	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
8.	2011	3	0	1	0	1	0	1	0	2	1	0
9.	2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	2013	5	1	2	2	0	0	1	0	2	1	1
11.	2014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	2015	6	0	1	0	1	1	2	1	2	1	0
13.	2016	3	1	0	1	0	1	1	1	2	0	1

Таблица 3.10 – Распределение пострадавших со смертельным исходом

№ п/п	Годы	Количество пострадавших	Количество причин несчастных случаев						
			0301	0402	0411	1003	1301	1906	1914
1.	2004	3	2	1	1	2	1	2	1
2.	2005	1	0	0	0	0	0	0	0
3.	2006	2	0	0	1	1	0	2	0
4.	2007	2	0	0	1	1	0	2	2
5.	2008	1	0	0	0	0	0	0	0
6.	2009	3	1	1	0	1	1	1	1
7.	2010	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	2011	3	1	1	1	0	1	1	1
9.	2012	2	1	0	1	0	0	0	0
10.	2013	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	2014	2	0	0	0	1	0	1	1
12.	2015	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	2016	1	0	1	1	0	1	1	0

Статистические данные из таблиц 3.8 – 3.10 будем использовать для разработки математических прогнозных моделей, как исходные.

Подставив коэффициенты регрессии  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_p$  в уравнения множественной регрессии (3.6), получим следующие математические модели [55]:

$$\text{по несчастным случаям с легким исходом: } \hat{y} = 0,898 - 0,850x_1 + 1,359x_2 - 4,838x_3 + 6,752x_4 - 1,631x_5 + 0,857x_6 + 0,581x_7 + 7,897x_8 - 24,588x_9; \quad (3.37)$$

$$\text{с тяжелым исходом: } \hat{y} = 0,824 - 2,207x_1 + 1,566x_2 - 0,284x_3 - 2,844x_4 + 0,238x_5 - 2,504x_6 + 0,311x_7 + 0,418x_8 - 0,113x_9 + 0,719x_{10}; \quad (3.38)$$

со смертельным исходом:  $\hat{y} = 0,645 + 1,606x_1 - 0,398x_2 - 0,831x_3 - 1,217x_4 - 0,113x_5 + 1,583x_6 + 0,324x_7$  (3.39).

Для определения степени точности выборочного исследования и вероятности достоверности наличия взаимосвязи между рассматриваемыми причинами несчастных случаев и количеством пострадавших соответственно используем стандартную ошибку прогноза  $S_{xy}$ , рассчитанную по формуле (3.21).

Получаем следующие значения  $S_{xy \text{ легкий}} = \pm 1,165 \approx \pm 1$ ;  $S_{xy \text{ тяжелый}} = \pm 0,786 \approx \pm 1$ ;  $S_{xy \text{ смертельный}} = \pm 0,726 \approx \pm 1$  [55].

Полученные значения свидетельствует о хорошем качестве математических моделей и являются незначительной погрешностью прогноза [55].

Имея статистические значения числа пострадавших за исследуемый период и, используя полученные математические модели, проведем ретроспективный прогноз производственного травматизма хозяйства пути.

Прогнозные значения  $\hat{y}$  получим путем подстановки в математические модели значения, представленные в таблицах 3.8 – 3.10 и получаем  $\hat{y}$ . Далее выполним расчеты по исследуемому периоду и полученные результаты сведем в таблицу 3.11 [55].

Таблица 3.11 – Статистические данные и прогнозные значения производственного травматизма

Годы	Статистические данные и расчетные прогнозные значения количества пострадавших								
	легкий			тяжелый			смертельный		
	$y_i$	$\hat{y}$	$S_{xy}$	$y_i$	$\hat{y}$	$S_{xy}$	$y_i$	$\hat{y}$	$S_{xy}$
2004	9	8	-1	10	11	1	3	4	1
2005	4	5	1	4	4	0	1	1	0
2006	8	8	0	4	5	1	2	2	0
2007	7	8	1	4	5	1	2	3	1
2008	14	14	0	9	10	1	1	1	0
2009	10	11	1	5	5	0	3	3	0
2010	4	4	0	3	3	0	0	1	1
2011	5	5	0	3	3	0	3	3	0
2012	4	5	1	0	1	1	2	2	0
2013	3	4	1	5	6	1	0	1	1
2014	2	2	0	1	1	0	2	2	0
2015	3	3	0	6	6	0	0	1	1
2016	3	3	0	3	3	0	1	1	0

Доверительный интервал прогноза  $y_{min} \leq \hat{y} \leq y_{max}$  для индивидуальных значений  $\hat{y}$  определим формуле (3.22), расчетные параметры отобразим в таблице 3.12 [55]:

Таблица 3.12 – Расчетные данные доверительного интервала прогноза

Расчетные данные для определения доверительного интервала прогноза														
легкий					тяжелый					смертельный				
$\nu$	$S_{xy}$	$(X^T X)^{-1}$	$t_{0,95}$	$\hat{y}_i$	$\nu$	$S_{xy}$	$(X^T X)^{-1}$	$t_{0,95}$	$\hat{y}_i$	$\nu$	$S_{xy}$	$(X^T X)^{-1}$	$t_{0,95}$	$\hat{y}_i$
3	1,17	0,08	3,18	$\pm 4$	2	0,77	0,08	4,30	$\pm 4$	5	0,73	2,45	0,07	$\pm 3$

Подставив расчетные значения в формулу (3.40), получим соответствующий доверительный интервал  $y_{min}$  и  $y_{max}$  для прогнозного значения  $\hat{y}_i$ .

Таким образом, с заданной вероятностью  $P = 0,95$  можно ожидать, что количество пострадавших в результате несчастных случаев с легким исходом  $\hat{y}_i$ , при фактических значениях  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  – причин несчастных случаев будет в пределах минимально и максимально возможных границ интервала  $\hat{y}_i \pm 4$ . Графическую интерпретацию статистических и расчетных прогнозных значений полученной модельной функции регрессии и наглядное изображение верхних и нижних границ доверительного интервала прогноза по производственному травматизму с легким, тяжелым и смертельным исходом в хозяйстве пути за период 2004-2016 гг. отобразим на рисунках 3.4, 3.5, 3.6 [55].

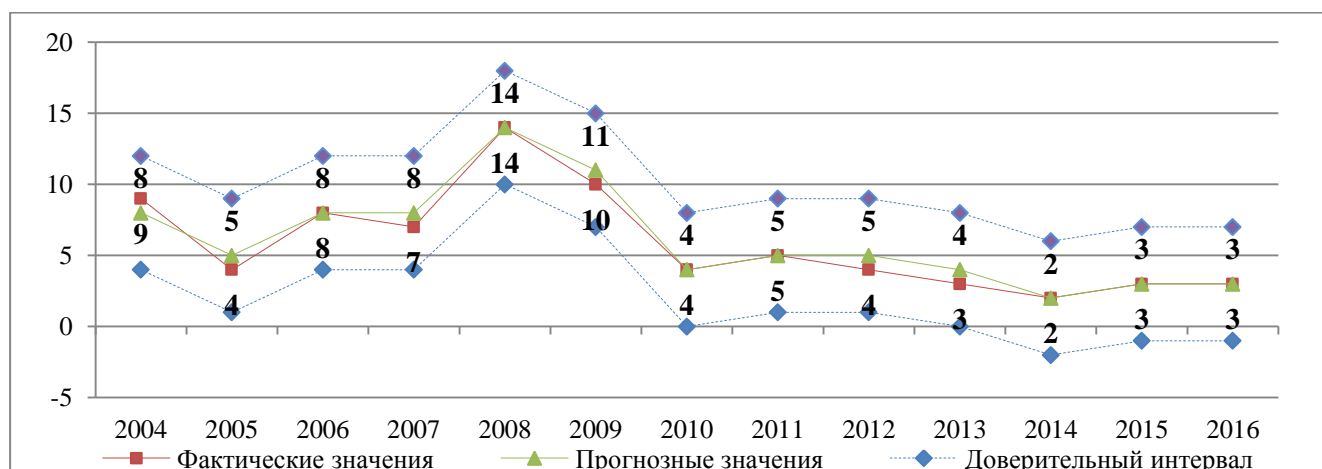


Рисунок 3.4 – Динамика и прогноз производственного травматизма с легким исходом, доверительный интервал прогноза

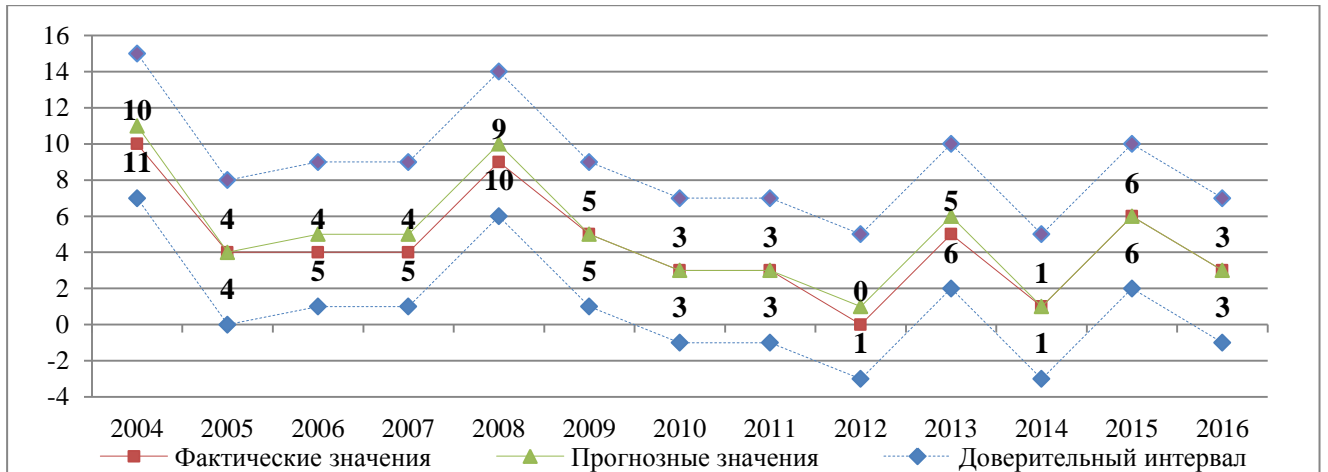


Рисунок 3.5 – Динамика и ретроспективный прогноз травматизма с тяжелым исходом, доверительный интервал прогноза

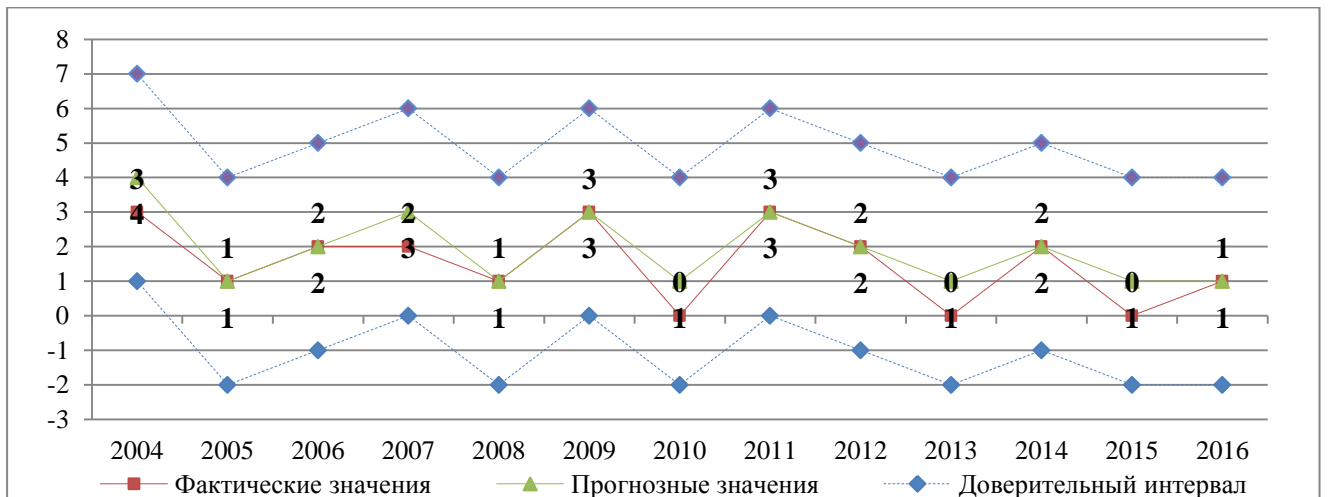


Рисунок 3.6 – Динамика и ретроспективный прогноз травматизма со смертельным исходом, доверительный интервал прогноза

### 3.3 Проверка значимости разработанных математических моделей в пределах допустимых погрешностей по критериям согласия

Произведем апробацию разработанных математических моделей, то есть проверку статистической значимости и адекватности построенной функции множественной регрессии. Для этого определим коэффициент множественной корреляции  $R$ , как показатель тесноты линейной взаимосвязи между функцией отклика  $y$  – количеством пострадавших и несколькими переменными  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  – совокупностью причин несчастных случаев. Чем больше  $R$  в диапазоне от 0 до 1, тем лучше качество предсказаний разработанной моделью экспериментальных данных.



В нашем случае переменная  $y$  «количество травмированных работников» испытывает влияние 11-ти переменных  $x_i$  «причины несчастных случаев». Тогда коэффициент множественной корреляции рассчитаем с помощью матрицы (3.29), используя парные коэффициенты корреляции [55, 109, 128]:

$$\begin{pmatrix} 1 & r_{yx_1} & r_{yx_2} & r_{yx_3} & \dots & r_{yx_j} & \dots & r_{yx_p} \\ r_{x_1y} & 1 & r_{x_1x_2} & r_{x_1x_3} & \dots & r_{x_1x_j} & \dots & r_{x_1x_p} \\ r_{x_2y} & r_{x_2x_1} & 1 & r_{x_2x_3} & \dots & r_{x_2x_j} & \dots & r_{x_2x_p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_jy} & r_{x_jx_1} & r_{x_jx_2} & r_{x_jx_3} & \dots & 1 & \dots & r_{x_jx_p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_py} & r_{x_px_1} & r_{x_px_2} & r_{x_px_3} & \dots & r_{x_px_j} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (3.29)$$

Подставляем расчетные значения парных коэффициентов линейной корреляции в матрицу (3.29) и получаем соответствующую треугольную матрицу:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,85 & 0,66 & 0,78 & 0,81 & 0,66 & 0,89 & 0,74 & 0,80 & 0,89 & 0,68 \\ & 1 & 0,78 & 0,81 & 0,66 & 0,89 & 0,74 & 0,80 & 0,89 & 0,68 & 0,62 \\ & & 1 & 0,66 & 0,89 & 0,74 & 0,80 & 0,89 & 0,68 & 0,62 & 0,72 \\ & & & 1 & 0,74 & 0,80 & 0,89 & 0,68 & 0,62 & 0,72 & 0,69 \\ & & & & 1 & 0,89 & 0,68 & 0,62 & 0,72 & 0,69 & 0,85 \\ & & & & & 1 & 0,62 & 0,72 & 0,69 & 0,85 & 0,79 \\ & & & & & & 1 & 0,69 & 0,85 & 0,79 & 0,88 \\ & & & & & & & 1 & 0,79 & 0,88 & 0,74 \\ & & & & & & & & 1 & 0,74 & 0,76 \\ & & & & & & & & & 1 & 0,71 \\ & & & & & & & & & & 1 \end{pmatrix}$$

Полученная матрица коэффициентов корреляции симметрична, поэтому ее нижнюю половину можно не приводить, так как  $r_{x_1x_2} = r_{x_2x_1}$  и так далее [55, 109, 128].

Используя матрицу (3.29), вычисляем частные коэффициенты корреляции, которые показывают степень влияния одного из факторов  $x_i$  на функцию отклика  $y$  при условии, что остальные факторы закреплены на постоянном уровне.

Частные коэффициенты корреляции вычислим с помощью формулы [55, 109, 128]:

$$r_{yx_1}, r_{yx_2}, r_{yx_3}, \dots, r_{yx_j}, \dots, r_{yx_p} = D_{1j} / \sqrt{D_{11}D_{jj}}, \quad (3.30)$$

где  $D_{ij}$  – определитель матрицы, образованной из матрицы (3.29) способом вычеркивания 1-й строки  $j$ -го столбца. Определители  $D_{11}$  и  $D_{jj}$  вычисляем аналогично.

Частные коэффициенты корреляции изменяются от  $-1$  до  $+1$  [55, 109, 128]. Значимость и доверительный интервал для коэффициентов частной корреляции определим так же, как и для коэффициентов парной корреляции, только число степеней будем вычислять по формуле:

$$v = n - k - 2, \quad (3.31)$$

где  $n$  – количество значений динамического ряда показателей общего производственного травматизма хозяйства пути;

$k = p - 1$  – порядок частного коэффициента парной корреляции;

$p$  – величина, характеризующая число степеней свободы для факторной суммы квадратов, а выражение  $(n - k - 2)$  – число степеней свободы для остаточной суммы квадратов.

Для вычисления коэффициента множественной корреляции используем матрицу (3.29), тогда:

$$R_{yx_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p} = \sqrt{1 - D/D_{11}}. \quad (3.32)$$

Коэффициент множественной корреляции  $R$  находим по формуле [55, 109, 128]:

$$R = \sqrt{1 - \frac{n-1}{n-p-1} \cdot [1 - (R^1)^2]}, \quad (3.33)$$

из которой величину  $R^1$  найдем с помощью выражения:

$$R^1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3.34)$$

где  $y_i$  – значение функции отклика для  $i$ -го опыта;

$\bar{y}$  – среднее значение по  $y_i$ ,  $\bar{y} = 11,769$ .

$$R^2 = \sqrt{\frac{(22 - 23)^2 + (9 - 10)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 + \dots + (y_p - \hat{y}_p)^2}{(22 - 11,769)^2 + (9 - 11,769)^2 + (y_i - \bar{y}_i)^2 + \dots + (y_p - \bar{y}_p)^2}}$$

$$R^2 = \sqrt{\frac{6}{454,31}} = 0,115.$$

Тогда, подставив расчетное значение  $R^2$  в формулу (3.33), получим следующее выражение и соответствующий коэффициент множественной корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \frac{13 - 1}{13 - 11 - 1} \cdot (1 - 0,115^2)} = \sqrt{1 - 12 \times 0,006} = 0,993.$$

Полученный коэффициент множественной корреляции  $R = 0,993$  констатирует прямую корреляционную зависимость, подтверждающую постановочную гипотезу, а именно: исследуемые причины несчастных случаев оказывают влияние на риск травмирования работников.

Отметим, что по шкале Чеддока [55, 193] полученное значение коэффициента множественной корреляции  $R = 0,993$  констатирует весьма высокую взаимосвязь соответственно.

Это означает, что выбранные причины несчастных случаев существенно влияют на статистические показатели производственного травматизма и подтверждает правильность включения их в математическую модель [55].

Оценка значимости уравнения регрессии в целом определяется с помощью  $F$ -критерия Фишера и служит для выяснения того, что полученное значение коэффициента множественной корреляции  $R$  неслучайно, т.е. соответствует ли математическая модель, выражающая зависимость между переменными, экспериментальным данным [55, 109, 111, 128].

Для проверки значимости уравнения регрессии рассчитаем статистическое значение  $F_{\text{стат}}$  по формуле [109, 128]:

$$F_{\text{стат}} = \frac{R^2 \cdot (n - p - 1)}{(1 - R^2) \cdot p}. \quad (3.35)$$

Подставив в формулу (3.35) расчетные и статистические значения, получим:

$$F_{\text{стат}} = \frac{0,987 \cdot (13 - 11 - 1)}{(1 - 0,987) \cdot 11} = 22,636.$$

Полученное статистическое значение сравним с теоретическим, используя таблицу процентных точек  $F$ -распределения Фишера для доверительной вероятности,  $p = 5\%$  при выбранном уровне значимости и числах степеней свободы  $v_1 = n - p - 1$  и  $v_2 = p$  [55, 109, 111, 128].

Если  $F_{\text{стат}} \leq F_{\text{крит}}$ , то принимается нулевая гипотеза, т.е.  $R^2 = 0$  и, следовательно, связь между изучаемыми явлениями несущественна.

Если  $F_{\text{стат}} > F_{\text{крит}}$ , то нулевая гипотеза отклоняется, и связь между явлениями считается установленной, т.е. статистически значимой [55, 109, 111, 128].

В нашем случае получаем следующее:  $F_{\text{стат}} = 22,636$ ;  $F_{\text{крит}} = 19,405$ ;  $22,636 > 19,405$ . Это значит, что  $F_{\text{стат}} > F_{\text{крит}}$  и с вероятностью 0,95% свидетельствует об установленной связи между рассматриваемыми переменными «причины несчастных случаев» и «общее количество пострадавших в результате несчастных случаев на производстве» [55].

Так как расчетное значения критерия Фишера  $F_{\text{стат}}$  больше табличного  $F_{\text{крит}}$ , построенное эмпирическое уравнение регрессии является значимым [109, 111, 128].

Коэффициент детерминации является одной из наиболее эффективных оценок адекватности регрессионной модели, то есть мерой качества уравнения регрессии, соответствии регрессионной модели эмпирическим данным. Тогда проверим значение коэффициента детерминации  $R^2$ , определяющего качество эмпирической модели и степень вариации результативного признака в зависимости от вариаций факторных признаков.

Коэффициент детерминации определяется по формуле [111, 109, 128]:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}. \quad (3.36)$$

По формуле видно, что величина  $R^2$  представляет собой часть вариации зависимой переменной. Свойство коэффициента детерминации  $0 \leq R^2 \leq 1$ , чем

$R^2$  ближе к 1, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные [109, 111, 128].

Подставив в формулу (3.36) расчетные и статистические значения, определим коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \sqrt{\frac{(22 - 23)^2 + (9 - 10)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 + \dots + (y_p - \hat{y}_p)^2}{(22 - 11,769)^2 + (9 - 11,769)^2 + (y_i - \bar{y}_i)^2 + \dots + (y_p - \bar{y}_p)^2}}$$

$$R^2 = 1 - \frac{6}{454,31} = 0,987.$$

В нашем случае  $R^2 = 0,987$ , означающий, что 98,7% общей вариации результативного признака  $y$  объясняется вариацией факторных признаков  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$ , что подтверждает правильность включения их в модель. Другими словами, на 98,7% математическая модель весьма высокого качества, объясняющая существенную зависимость производственного травматизма хозяйства пути от исследуемых причин несчастных случаев [55].

Определим значимость коэффициентов уравнения регрессии по  $t$ -критерию Стьюдента, используя соответствующие формулы (3.23, 3.24, 3.35).

Подставив расчетные значения в формулы (3.41 – 3.44), находим искомые величины (таблицы 3.13 – 3.15).

Таблица 3.13 – Расчетные данные значимости параметров модели (3.37)

Коды причин	Переменные	Коэффициенты	Стандартная ошибка	Статистическое значение	Уровень значимости	Доверительный интервал для коэффициентов регрессии	
		$b_0, b_1, \dots, b_j, \dots, b_p$	$s$	$t_{ст}$	$p$	Нижние границы	Верхние границы
	$Y_{пер}$	0,897	0,909	0,987	0,396	-1,996	3,792
0301	$x_1$	-0,850	1,239	-0,685	0,542	-4,795	3,095
0405	$x_2$	1,359	1,283	1,059	0,367	-2,723	5,442
0406	$x_3$	-4,839	2,763	-1,751	0,178	-13,631	3,954
1003	$x_4$	6,752	2,292	2,945	0,060	-0,542	14,046
1006	$x_5$	-1,631	1,165	-1,400	0,256	-5,337	2,076
1905	$x_6$	0,857	0,363	2,363	0,099	-0,297	2,012
1906	$x_7$	0,580	0,659	0,882	0,442	-1,515	2,677
1909	$x_8$	7,897	4,792	1,648	0,198	-7,352	23,146
1914	$x_9$	-24,688	15,483	-1,588	0,210	-73,86	24,687

Таблица 3.14 – Расчетные данные значимости параметров модели (3.38)

Коды причин	Переменные	Коэффициенты	Стандартная ошибка	Статистическое значение	Уровень значимости	Доверительный интервал для коэффициентов регрессии	
		$b_0, b_1, \dots, b_j, \dots, b_p$	$S$	$t_{ст}$	$p$	Нижние границы	Верхние границы
	$Y_{пер}$	0,824	0,469	1,756	0,221	-1,195	2,843
0301	$x_1$	-2,207	1,144	-1,929	0,194	-7,131	2,717
0405	$x_2$	1,565	0,707	2,214	0,157	-1,477	4,609
0406	$x_3$	-0,284	0,711	-0,399	0,728	-3,342	2,775
1003	$x_4$	-2,844	1,417	-2,007	0,182	-8,941	3,254
1006	$x_5$	0,238	1,624	0,147	0,896	-6,748	7,224
1115	$x_6$	2,504	1,316	1,902	0,197	-3,159	8,167
1905	$x_7$	0,311	0,396	0,785	0,515	-1,394	2,016
1906	$x_8$	0,418	0,521	0,803	0,506	-1,823	2,658
1909	$x_9$	-0,113	0,476	-0,238	0,834	-2,162	1,936
1914	$x_{10}$	0,719	0,694	1,035	0,409	-2,268	3,706

Таблица 3.15 – Расчетные данные значимости параметров модели (3.39)

Коды причин	Переменные	Коэффициенты	Стандартная ошибка	Статистическое значение	Уровень значимости	Доверительный интервал для коэффициентов регрессии	
		$b_0, b_1, \dots, b_j, \dots, b_p$	$S$	$t_{ст}$	$p$	Нижние границы	Верхние границы
	$Y_{пер}$	0,645	0,299	2,160	0,074	-0,085	1,376
0301	$x_1$	1,606	1,073	1,497	0,185	-1,020	4,232
0402	$x_2$	-0,398	0,915	-0,435	0,678	-2,638	1,842
0411	$x_3$	-0,831	1,287	-0,645	0,543	-3,981	2,319
1003	$x_4$	-1,271	1,555	-0,817	0,445	-5,076	2,535
1301	$x_5$	0,657	0,813	1,265	0,344	-1,034	4,543
1906	$x_6$	1,583	1,536	1,030	0,278	-2,176	5,343
1914	$x_7$	0,325	0,480	0,675	0,525	-0,850	1,499

Таким образом, результаты ретроспективных прогнозов свидетельствуют о весьма тесной сходимости прогнозных и фактических значений количества пострадавших от несчастных случаев на производстве, с вероятностью  $P = 0,95$  можно утверждать, что фактические значения  $y_i$  при настоящих исследованиях объясняющих переменных  $x_i$  будут находиться в границах, указанных в таблицах 3.13 – 3.15 [55].

Проверку качества полученных математических моделей определим с помощью расчета коэффициента множественной корреляции  $R$  по формулам (3.33, 3.34).

Полученные коэффициенты множественной корреляции  $R_{\text{легкий}} = 0,986$ ;  $R_{\text{тяжелый}} = 0,993$ ;  $R_{\text{смертельный}} = 0,956$  констатируют прямую корреляционную зависимость и подтверждают постановочную гипотезу [55].

По шкале Чеддока [193] полученные значения коэффициентов множественной корреляции удостоверяют весьма высокое влияние анализируемых причин несчастных случаев на риск травмирования работников хозяйства пути [55].

Это значит, что исследуемые причины несчастных случаев существенно влияют на статистические показатели производственного травматизма, что подтверждает правильность их включения в математические модели.

Проверку значимости математических моделей также осуществим по  $F$ -критерию Фишера и сравним его со статистическими значениями  $F_{\text{стат}}$ , рассчитанного формуле (3.35) и получим:  $F_{\text{стат легкий}} = 11,917$ ;  $F_{\text{стат тяжелый}} = 14,883$ ;  $F_{\text{стат смертельный}} = 4,814$  [55].

В нашем случае  $F_{\text{крит легкий}} = 5,998$ ;  $F_{\text{крит тяжелый}} = 8,785$ ;  $F_{\text{крит смертельный}} = 4,206$  [55],  $11,917 > 5,998$ , тогда  $F_{\text{стат легкий}} > F_{\text{крит}}$ ;  $14,883 > 8,785$ , тогда  $F_{\text{стат тяжелый}} > F_{\text{крит}}$ ;  $4,814 > 4,206$ , тогда  $F_{\text{стат смертельный}} > F_{\text{крит}}$ .

Исследования показали, что с вероятностью  $P = 0,95$  причины несчастных случаев оказывают высокое влияние на риск травмирования работников [55].

Коэффициент детерминации определим по формуле (3.36) и получим:

$$R_{\text{легкий}}^2 = 0,973; R_{\text{тяжелый}}^2 = 0,987; R_{\text{смертельный}}^2 = 0,914.$$

Полученные коэффициенты детерминации, означающие, что 97,3% при несчастных случаях с легким исходом, 98,7% – с тяжелым исходом и 91,4% – со смертельным исходом общей вариации результативного признака у объясняется вариацией соответствующих факторных признаков, что подтверждает правильность включения их в модель. Другими словами, на 97,3%, 98,7% и 91,4% соответственно разработанные математические модели весьма высокого качества и объясняют существенную зависимость производственного травматизма в

хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги от исследуемых причин несчастных случаев [55].

### 3.4 Прогнозирование показателей производственного травматизма на основе разработанных математических моделей

Важным инструментом управления в сфере охраны труда является прогнозирование состояния производственного травматизма в определенной перспективе. Такой прогноз возможен на основе базы статистических данных, сформированной в рамках проведения научных исследований [77].

Прогнозирование производственного травматизма на последующие три года 2017-2019 гг. осуществим посредством расчета количества ожидаемых значений причин травмирования  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_p$ , по формуле [128]:

$$x_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - S_{xy}, \quad (3.40)$$

где  $n$  – количество значений динамического ряда;

$S_{xy}$  – стандартная ошибка прогноза, определяющая степень точности выборочного исследования и рассчитанная по формуле (3.20),  $S_{xy} = 1$ .

Подставив расчетные значения в формулу (3.40), и получим ожидаемое количество пострадавших по причине отсутствия или несовершенства технологического процесса:

$$x_{0301} = \frac{5 + 0 + 0 + 1 + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1 + 1}{13} = \frac{18}{13} - 1 = 0,38$$

Аналогично рассчитаем ожидаемое число пострадавших по другим причинам общего производственного травматизма, изложенным в таблице 3.4.

Полученные значения отобразим в таблице 3.16:

Таблица 3.16 – Ожидаемые значения числа пострадавших  $\hat{y}_{2017}$

Ожидаемые значения числа пострадавших $\hat{y}_{2017}$ по исследуемым причинам несчастных случаев										
0301	0405	0406	1003	1006	1115	1301	1905	1906	1909	1914
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$
0,38	0,62	1,31	0,38	0,23	0,54	-0,62	3,23	2,23	0,85	0



Прогнозное значение пострадавших в 2017 году  $\hat{y}_{2017}$  по общему производственному травматизму рассчитаем путем подстановки ожидаемых значений  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_p$  из таблицы 3.16 в модельную функцию регрессии:

$$\hat{y} = 3,197 - 1,59 \cdot 0,38 + 1,373 \cdot 0,62 + 1,457 \cdot 1,31 + 1,345 \cdot 0,38 - 2,04 \cdot 0,23 + 0,754 \cdot 0,54 + 0,908 \cdot (-0,62) + 0,954 \cdot 3,23 + 0,934 \cdot 2,23 - 0,856 \cdot 0,85 - 1,146 \cdot 0 = 4,13 \quad (3.20).$$

Расчеты показали, что  $\hat{y}_{\text{общ}}^{2017} = 4$ . Далее аналогично произведем расчет прогнозного числа пострадавших на 2017-2019 гг. по общему производственному травматизму,  $\hat{y}_{\text{общ}}^{2018} = 3$  и  $\hat{y}_{2019} \hat{y}_{\text{общ}}^{2019} = 2$ , и представим на рисунке 3.7.

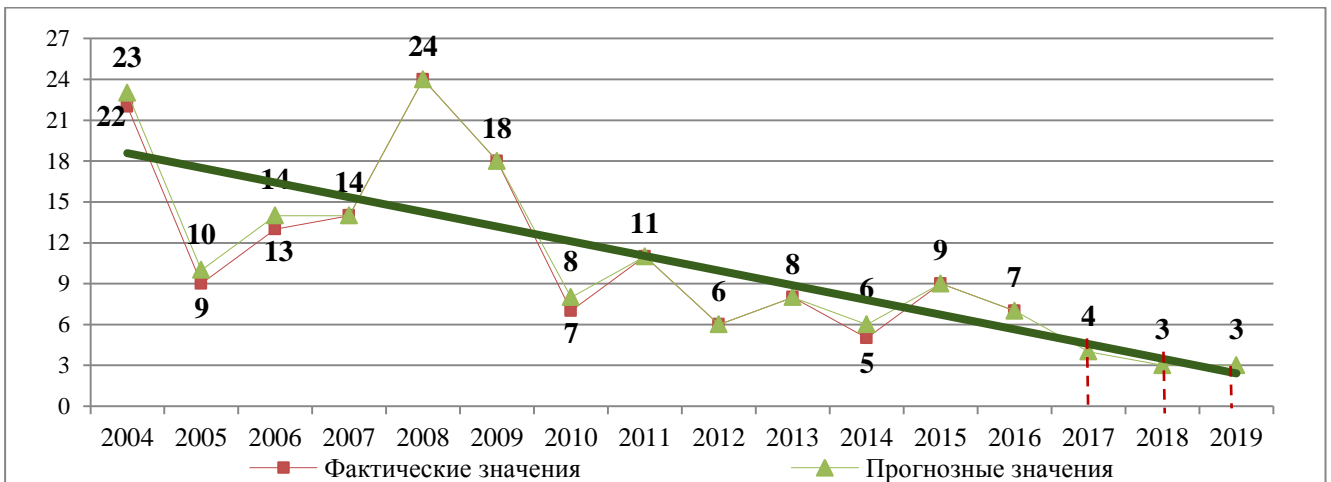


Рисунок 3.7 – Динамика и прогноз общего производственного травматизма

Графическая экстраполяция линии тренда на временные ряды 2018 и 2019 годов, позволяющая распространить закономерность исследуемой взаимосвязи, показывает снижение числа пострадавших за пределами заданных фактических значений и совпадает с расчетными прогнозными значениями [134].

Прогнозные значения числа пострадавших 2017-2019 гг. с распределением их по степени тяжести повреждения здоровья получим аналогичным путем расчета ожидаемого количества причин несчастных случаев по формуле (3.40) и подстановкой их в математические модели (3.37-3.39). Получено следующее:

$$\hat{y}_{\text{легк}}^{2017} = 2; \hat{y}_{\text{тяж}}^{2017} = 2; \hat{y}_{\text{смерт}}^{2017} = 0$$

$$\hat{y}_{\text{легк}}^{2018} = 2; \hat{y}_{\text{тяж}}^{2018} = 1; \hat{y}_{\text{смерт}}^{2018} = 0$$

$$\hat{y}_{\text{легк}}^{2019} = 1; \hat{y}_{\text{тяж}}^{2019} = 1; \hat{y}_{\text{смерт}}^{2019} = 0$$

Динамика, ретроспективный анализ и прогноз производственного травматизма представления на рисунках 3.8 – 3.10 соответственно.

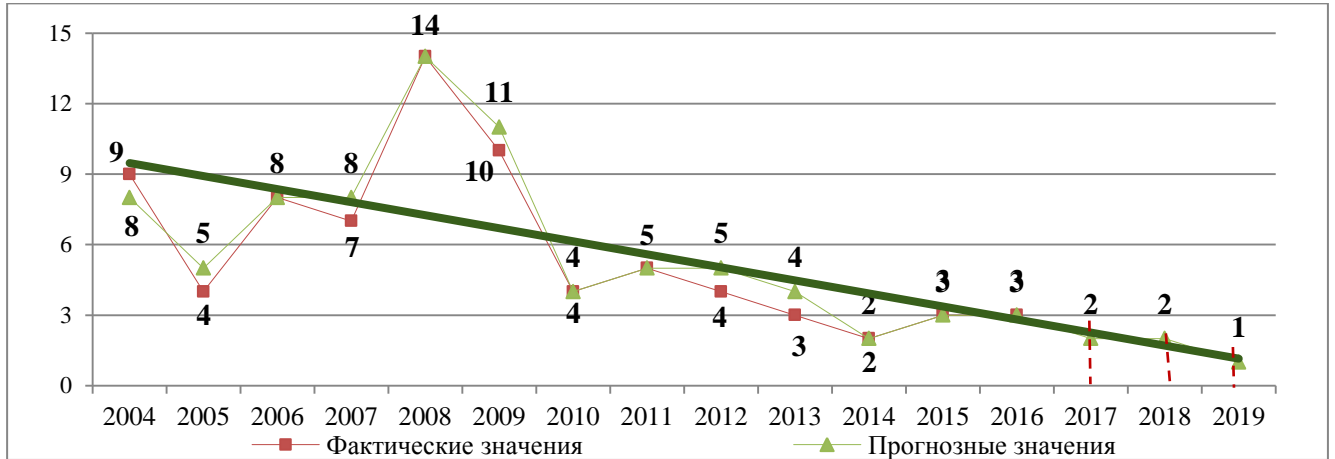


Рисунок 3.8 – Динамика и прогноз травматизма с легким исходом

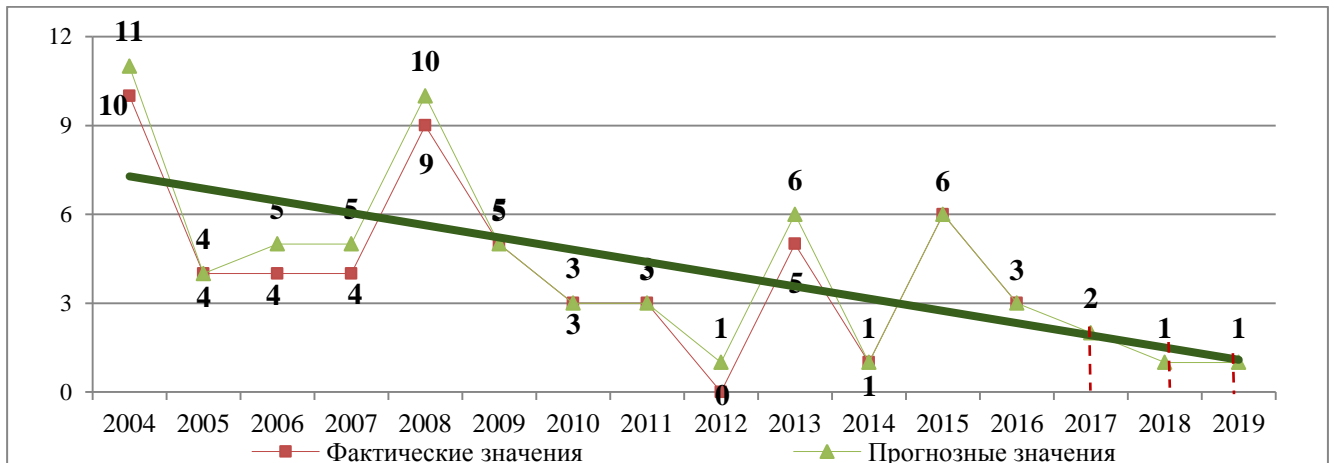


Рисунок 3.9 – Динамика и прогноз травматизма с тяжелым исходом

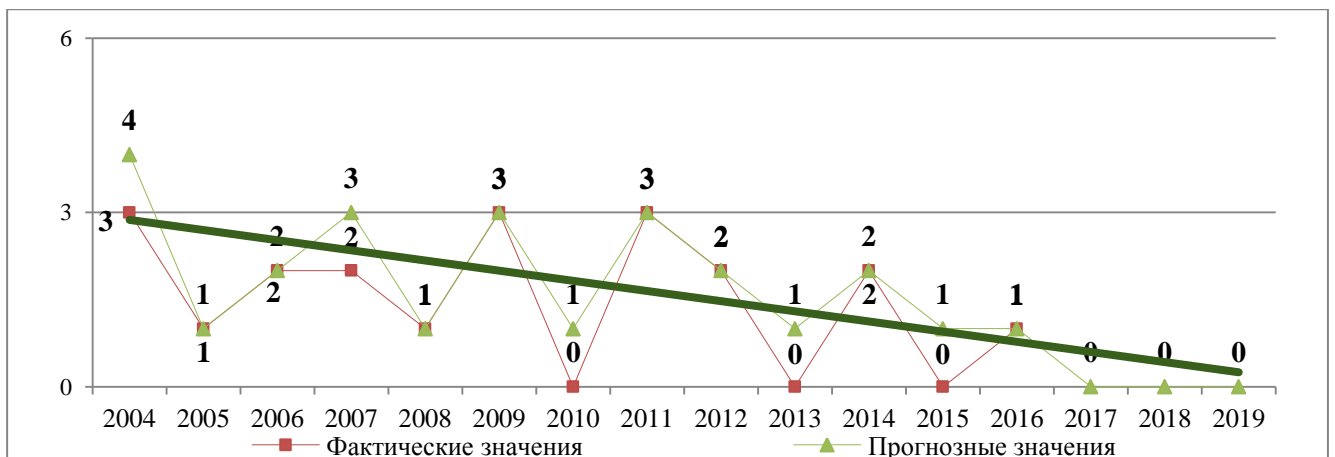


Рисунок 3.10 – Динамика и прогноз травматизма со смертельным исходом

Прогнозные значения возможного числа пострадавших, полученные на основе разработанных математических моделей, показывают заметное снижение производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги.

### **Выводы по главе 3**

Проведенный регрессионный анализ производственного травматизма и построенные на его основе математические модели свидетельствуют о весьма тесной сходимости прогнозных и фактических значений, что констатирует высокую статистическую зависимость риска травмирования работников от исследуемых причин несчастных случаев в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги.

Идентифицированы причины, способные в значительной степени повлечь за собой несчастный случай, что способствует формированию целенаправленных превентивных мероприятий по устранению выявленных нарушений требований охраны труда, как причин потенциальных несчастных случаев.

Проверка значимости разработанных математических моделей в пределах допустимых погрешностей по критериям согласия показала их высокое качество.

Прогнозные значения возможного числа пострадавших, полученные на основе разработанных математических моделей, показывают заметное снижение производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги, что показывает значимость проведенных исследований причин несчастных случаев на производстве.

#### **Глава 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА РИСКОВ ТРАВМИРОВАНИЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ХОЗЯЙСТВЕ ПУТИ**

Несчастные случаи на производстве, приведшие к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавших либо к их смерти, происходят с работниками весьма неслучайно и несут за собой не только социальные потери, но и значительный экономический ущерб компании.

Результаты расследования несчастных случаев свидетельствуют о том, что практически всегда наличествуют причины, вызывающие травмирование работающих. Следовательно, несчастному случаю предшествуют те или иные нарушения требований охраны труда, влияющие на безопасность трудовой деятельности работников.

Вероятность наступления конкретного несчастного случая с определенной тяжестью повреждения здоровья пострадавшего на рабочем месте не может быть оценена с применением теории вероятностей и математической статистики ввиду чрезвычайной редкости этого события [228, 230].

Поэтому в Методике прогнозирование определяется, как научно обоснованное суждение о возможности реализации риска травмирания, т.е. наступления несчастного случая и степени тяжести его последствий в условиях нарушений требований охраны труда.

В этой связи, существует необходимость наличия превентивного инструмента, не деформирующего отраслевую организацию контроля в системе управления охраной труда и позволяющего оценивать риски травмирания, на основе нарушений требований охраны труда, выявленных на рабочих местах в процессе аудита.

#### **4.1 Назначение и область применения**

Методика анализа и прогноза рисков травмирования на рабочем месте в хозяйстве пути (далее – Методика) разработана на основе изучения обстоятельств и научных исследований причин несчастных случаев на производстве, происшедших в хозяйстве пути за ряд последовательных лет [12].

Анализ и прогноз рисков травмирования осуществляется на основе нарушений требований охраны труда, выявляемых в процессе аудита на рабочих местах и объективно рассматриваемых, как причин потенциальных несчастных случаев.

Методика применяется с целью обеспечения безопасности труда и профилактики производственного травматизма посредством анализа, прогноза и управления рисками травмирования на рабочих местах наряду с проведением систематического многоуровневого контроля - Комплексной системы оценки состояния охраны труда на производственном объекте (далее – КСОТ-П) на первом его уровне в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги – филиале ОАО «РЖД» [12].

Методика, созданная на основе статистических данных, является практическим инструментом выявления таких нарушений требований безопасности, которые ранее становились причинами несчастных случаев постфактум. Методика позволяет на системном уровне объективно и доступно оценивать величину возможности реализации рисков травмирования и их значимость, обусловленных нарушениями требований охраны труда [12].

Вышеизложенные положения объективно интегрированы в логико-графическую схему в системе «работник – производственная деятельность», отражающую статистическую закономерность наступления несчастного случая (рисунок 4.1).

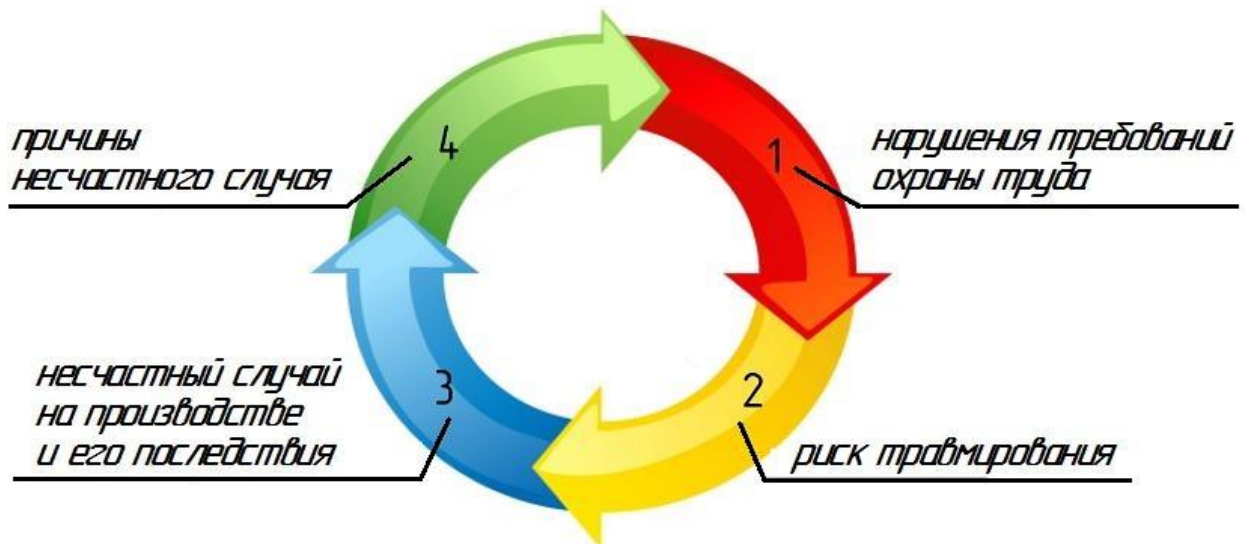


Рисунок 4.1 – Логико-графическая схема в системе «работник – производственная деятельность»

Каждый этап в настоящем цикле определяется следующими понятиями:

1) нарушение требований охраны труда: несоблюдение государственных и отраслевых нормативно-правовых актов требований охраны труда, которое создает возникновение риска травмирования;

2) риск травмирования: сочетание возможности наступления несчастного случая и степени тяжести повреждения здоровья потенциального пострадавшего;

3) несчастный случай на производстве и его последствия: событие, в результате которого работник получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им обязанности по трудовому договору (контракту) и в иных установленных федеральным законом случаях, как на территории организации, так и за ее пределами либо во время следования к месту работы или возвращения с места работы на транспорте, предоставленном организацией, и которое повлекло необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть [26];

4) причина несчастного случая на производстве: следствие нарушения требований охраны труда, повлекшее за собой наступление несчастного случая на производстве и повреждение здоровья пострадавшего.

Риск травмирования объективен и является неизбежным фактором, сопутствующим трудовой деятельности работников хозяйства пути и определяется сочетанием возможности его реализации и степенью воздействия.

Риск травмирования и возможность его реализации устанавливается на основе анализа исходного статистического материала о несчастных случаях на производстве в хозяйстве пути. Опасность травмирования работников связана с нарушениями требований охраны труда, величина которых выражена весовыми эмпирическими коэффициентами.

Методика позволяет определить величину влияния одного или совокупности нескольких нарушений требований охраны труда на возможность возникновения рисков травмирования в количественном эквиваленте и их уровень соответственно.

Методика содержит в себе разделы и описывает процедуры анализа и прогноза рисков травмирования.

Анализ риска травмирования включает в себя:

- процесс идентификации опасностей в условиях нарушений требований охраны труда;
- количественную оценку рисков травмирования;

Прогноз рисков травмирования включает в себя:

- количественную и качественную оценку значимости рисков травмирования;
- индивидуальный и интегрированный учет рисков травмирования;
- превентивные мероприятия по управлению рисками травмирования.

Последовательность действий по реализации положений Методики наглядно представлены структурной схемой, изображенной на рисунке 4.2 [12].

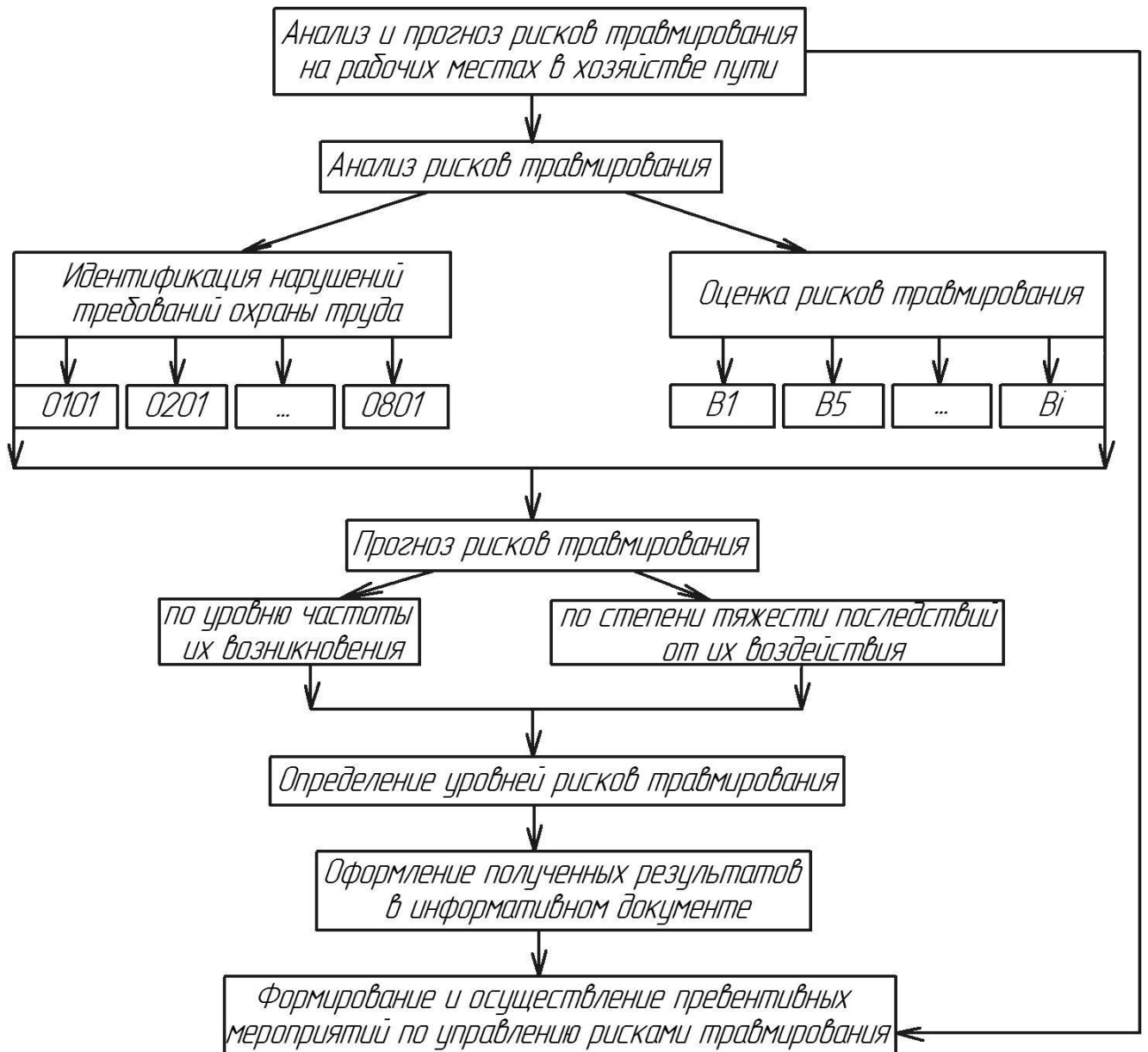


Рисунок 4.2 – Структурная схема анализа и прогноза рисков травмирования

## 4.2 Порядок анализа рисков травмирования

Идентификация рисков травмирования осуществляется в процессе проведения аудита состояния охраны труда на рабочих местах. Информационными источниками для оценки и анализа рисков травмирования являются нарушения требований охраны труда, эмпирически выраженные в количественном эквиваленте.



Информация о нарушениях требований охраны труда включает в себя:

- перечень нарушений требований охраны труда работником на рабочем месте;
- перечень нарушений требований охраны труда работником – специалистом, руководителем;
- перечень нарушений требований охраны труда другими работниками, деятельность которых влияет на безопасность труда работников в процессе производственной деятельности.

Нарушения требований охраны труда, повлекшие за собой несчастные случаи в хозяйстве пути, представлены на диаграмме Исикавы (Приложение 1), а также интегрированы в соответствующий классификатор (таблица 4.1).

Каждое нарушение требований охраны труда работником при исполнении своих трудовых обязанностей представляет собой компонент в совокупности его действий, определяющий фактическую меру возможности повреждения здоровья или его гибели.

Величины нарушений требований охраны труда  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_i$  эквивалентны статистическим значениям количества работников, травмированных на производстве в хозяйстве пути  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ , по определенным причинам несчастных случаев с учетом степени тяжести повреждения их здоровья и выраженных в соответствующих весовых коэффициентах, рассчитанных по формуле:

$$B_i = \frac{1}{\sum x_1, x_2, \dots, x_3, \dots, x_i} \cdot x_i \cdot \bar{x}, \quad (4.1)$$

где  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$  – статистические значения количества пострадавших по определенным причинам несчастных случаев;

$\bar{x}$  – среднеарифметическое значение вариабельности статистической выборки [12].

Нарушения требований охраны труда, повлекшие за собой несчастный случай их эмпирические величины представлены в таблице 4.1 [12].

Таблица 4.1 – Нарушения требований охраны труда, их эмпирические величины

Коды	Наименование нарушений требований охраны труда, повлекших за собой несчастный случай	Весовые коэффициенты		
		$B_{i \text{ легк}}$	$B_{i \text{ тяж}}$	$B_{i \text{ смерт}}$
1	2	3	4	5
<b>0100</b>	<b>нарушения технологического процесса</b>			
0101	нарушение порядка ограждения места работ на железнодорожных путях	0,050	0,100	0,275
0102	неправильная расстановка работников в зоне производства работ	0,125	0,075	0,050
0103	несогласованные действия работников при производствах работ	0,175	0,250	0,000
0104	нарушение последовательности выполнения работ, операций	0,275	0,225	0,050
0105	проведение работ требующих присутствия руководителя, без него	0,100	0,225	0,075
0106	выполнение работ меньшим числом работников	0,050	0,075	0,050
0107	производство работ на ж.д. путях без выставления сигналиста	0,000	0,000	0,075
0108	нарушение требований по складированию грузов	0,075	0,050	0,000
0109	эксплуатация неисправных, нетиповых механизмов и оборудования	0,250	0,150	0,000
0110	производство работ при неблагоприятных метеорологических условиях	0,150	0,050	0,000
<b>0200</b>	<b>несовершенство (отсутствие) технологического процесса</b>			
0201	отсутствие утвержденного технологического процесса	0,175	0,125	0,050
0202	несоответствие технологического процесса требованиям охраны труда	0,100	0,050	0,075
0303	несовершенство (отсталость) технологического процесса	0,075	0,050	0,000
0404	отсутствие утвержденной локальной инструкции по охране труда	0,050	0,025	0,000
<b>0300</b>	<b>нарушение правил дорожного движения (автотранспорта)</b>			
0301	превышение установленной скорости автотранспортных средств	0,175	0,075	0,000
0302	выезд на полосу встречного движения автотранспортных средств	0,100	0,075	0,050
<b>0400</b>	<b>неудовлетворительное содержание рабочих мест и территорий</b>			
0401	нарушение нормативных размеров проходов, проездов	0,100	0,050	0,000
0402	заледенение, заснеженность рабочей зоны, наружных лестниц	0,100	0,050	0,025
0403	неудовлетворительное содержание покрытия пола, территории	0,100	0,025	0,000
<b>0500</b>	<b>недостатки в обучении безопасным методам и приемам труда</b>			
0501	допуск к самостоятельной работе без проверки знаний охраны труда	0,125	0,175	0,050
0502	ненадлежащее качество стажировки и инструктажей по охране труда	0,250	0,150	0,075
0503	допуск к работе без прохождения инструктажа по охране труда	0,175	0,100	0,100
<b>0600</b>	<b>неприменение средств индивидуальной и коллективной защиты</b>			
0601	неприменение предохранительных поясов	0,000	0,000	0,050
0602	неприменение защитных касок	0,050	0,000	0,000
0603	неприменение шапок со звукопроводными вставками	0,000	0,000	0,050
0604	неприменение защитных щитков, защитных очков	0,075	0,375	0,000
0605	неприменение специальной одежды, специальной обуви	0,150	0,050	0,000
0606	неприменение средств ограждения места работ на ж.д. путях	0,050	0,025	0,125
<b>0700</b>	<b>нарушения трудовой и производственной дисциплины</b>			
0701	самовольное производств работ, которые не поручались	0,200	0,100	0,125
0702	нахождение в опасной зоне без производственной необходимости	0,050	0,050	0,025
0703	нарушение инструкций по охране труда и личной техники безопасности	0,450	0,300	0,100
0704	осознанное (умышленное) подвергание себя опасности	0,200	0,325	0,125
0705	применение в работе опасных приемов труда	0,225	0,150	0,025
0706	нарушение маршрута безопасного служебного прохода	0,050	0,025	0,000
0707	нахождение в состоянии алкогольного опьянения	0,025	0,100	0,125
<b>0800</b>	<b>использование работающего не по специальности</b>			
0801	использование работника на работах, несоответствующих его профессии	0,075	0,050	0,000
0802	использование работника с недостаточным опытом работы	0,075	0,025	0,000
<b>0900</b>	<b>прочие причины</b>			
0901	физическое воздействие на работника ж.д. транспорта посторонним	0,025	0,000	0,000
0902	физическое воздействие животных, насекомых	0,000	0,025	0,000
0903	общее заболевание, тяжесть трудового процесса	0,075	0,000	0,000

Таким образом, статистический анализ производственного травматизма хозяйства пути, проведенный за ряд последовательных лет, позволил выделить из общего классификатора нарушения требований охраны труда, повлекшие за собой травмирование работников, и определить их эмпирическую величину.

Из трех полученных значений  $R_{\text{тр/легк}}$ ,  $R_{\text{тр/тяж}}$ ,  $R_{\text{тр/смерт}}$  определяется величина, наибольшая по возможности реализации риска травмиривания.

### 4.3 Порядок прогнозирования рисков травмиривания

Прогноз риска травмиривания на рабочем месте  $R_{\text{тр}}$  по уровню частоты его возникновения определяется значением суммы весовых коэффициентов нарушений требований  $B_i$ , выявленных в процессе аудита по таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Прогноз рисков травмиривания по уровню частоты возникновения

Частота события травмиривания	Баллы	Уровень частоты события травмиривания	Описание риска возникновения события травмиривания
$0,9 < R_{\text{тр}} \leq 1$	5	Частое	Может произойти с учащенной периодичностью
$0,6 < R_{\text{тр}} \leq 0,9$	4	Возможное	Может произойти с частой периодичностью
$0,4 < R_{\text{тр}} \leq 0,6$	3	Случайное	Может произойти в некоторых случаях
$0,1 < R_{\text{тр}} \leq 0,4$	2	Редкое	Может произойти в редких случаях
$0 < R_{\text{тр}} \leq 0,1$	1	Крайне редкое	Может произойти в исключительных случаях

Прогнозирование значимости рисков травмиривания  $R_{\text{тр}}$  в условиях нарушений требований охраны труда выражается условной величиной  $R_i$  – индексом рисков травмиривания, определяемого в матрице двух образующих ее факторов: уровнем частоты возникновения рисков травмиривания  $R_{\text{тр}}$  и степенью тяжести последствий от их воздействия  $U_i$ , т.е. пересечением столбцов и строк соответственно в таблице 3 или и выражается формулой (4.2) [12]:

$$R_i = R_{\text{тр}} \cdot U_i. \quad (4.2)$$

Прогнозирование значимости риска травмиривания в условиях нарушений охраны труда осуществляется с использованием матрицы (таблица 4.3) [12].

Таблица 4.3 – Матрица прогнозирования значимости рисков травмирования

Возможность реализации риска травмирования	Баллы	Индексы рисков травмирования		
	5	5	10	15
	4	4	8	12
	3	3	6	9
	2	2	4	6
	1	1	2	3
Степень тяжести повреждения здоровья потенциального пострадавшего и последствия		Риск наступления несчастного случая с легким исходом и временной утратой трудоспособности, $U_1$	Риск наступления несчастного случая с тяжелым (инвалидным) исходом и стойкой утратой трудоспособности, $U_2$	Риск наступления несчастного случая со смертельным исходом, его последствия не подлежат реабилитации, $U_3$
Уровни тяжести последствий		Незначительный	Критический	Катастрофический

Прогноз уровня рисков травмирования по степени их воздействия и определение соответствующих превентивных мероприятий осуществляется на основе расчетного значения индекса рисков травмирования  $R_i$  (таблица 4.4) [12].

Таблица 4.4 – Превентивные мероприятия по управлению рисками травмирования

Индекс риска травмирования	Превентивные мероприятия по управлению рисками травмирования		
	Уровень риска травмирования	Меры воздействия и ответственность	Меры взыскания
$11 \leq R_i \leq 12$	Недопустимый	Расторжение трудового договора по инициативе работодателя	Дисциплинарное, увольнение
$9 \leq R_i \leq 10$	Нежелательный	Недопущение к работе, перевод на работу с наименьшим уровнем рисков травмирования	Дисциплинарное, выговор
$6 \leq R_i \leq 8$	Условно допустимый	Внеочередная проверка знаний требований охраны труда	Дисциплинарное, замечание
$3 \leq R_i \leq 5$	Допустимый	Внеплановый инструктаж по охране труда	Изъятие талона предупреждения
$1 \leq R_i \leq 2$	Не принимаемый в расчет	Профилактическая беседа с работником	Предупреждение

Каждый уровень риска травмирования определен цветовыми индикаторами: светло-зеленым – не принимаемый в расчет; зеленым – допустимый; желтым – условно допустимый; оранжевым – нежелательный; недопустимый – красный.

Настоящее распределение рисков травмирования адекватно синхронизируется с порядком проведения первого уровня КСОТ-П и адаптируется под условную визуализацию критериев его опасностей.

#### **4.4 Порядок учета и управления рисками травмирования**

Процесс анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах подлежит обязательной регистрации и учету.

В Ведомости индивидуального учета рисков травмирования на рабочем месте (Приложение 4), регистрируются результаты ежемесного аудита по каждому рабочему месту. В Приложении 5 представлен образец оформления.

В Карте интегрированного учета рисков травмирования на рабочих местах (Приложение 6) регистрируются результаты аудита за текущий месяц по всем рабочим местам организации, подлежащих аудиту.

В конце месяца подводятся итоги проведенных аудитов, определяются и принимаются превентивные управленские решения в части формирования и корректировки планов и программ, направленных на минимизацию уровня риска травмирования работников и повышение безопасности их труда.

Созданная база данных учета рисков травмирования на рабочих местах является основой для мониторинга нарушений требований охраны труда и превентивного управления рисками травмирования на рабочих местах.

На основе оценки и анализа рисков травмирования, выявленных на рабочих местах, разрабатываются и формируются корректирующие мероприятия по устранению выявленных нарушений требований охраны труда, определяются ответственные и срок их выполнения.

По таблице 4.4 определяются профилактические мероприятия и ответственность за нарушение требований охраны труда по результатам аудита с учетом уровня риска травмирования.

Непосредственные и вышестоящие руководители, и специалисты должны доводить до причастных и других работников информацию, полученную в процессе аудита, связанную с возможностью реализации выявленных рисков травмирования, степенью их воздействия и последствиями потенциального несчастного случая.

Нарушения требований охраны труда, выявленные в ходе проведения аудита, должны обсуждаться на планерных совещаниях среди работников организации, как ожидание развития сценариев негативных событий. Данное мероприятие способствует эффективному выявлению потенциальных проблем реализации рисков травмирования, прежде чем они могут произойти, разработке стратегии действий, увеличивающей ожидание благоприятного исхода.

#### **4.5 Разработка автоматизированной системы применения методики анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах**

Работа программы основана на положениях методики анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги. Для реализации программы использовалась программа Microsoft Excel, входящая в стандартный пакет офисных программ Microsoft Office. В качестве языка программирования использовался язык VBA (Visual Basic for Application). Он является встроенным в офисный пакет языком программирования, имеет достаточно простой синтаксис и поддерживает методологию объектно-ориентированного программирования.

Программа имеет простой, интуитивно понятный пользовательский интерфейс (рисунок 4.3). В качестве среды разработки использовался пакет Microsoft Office 2013г. Тестирование программы осуществлялось под управлением операционной системы Windows не ниже Windows 8.1 и рекомендуется в качестве использования.

Анализ и прогноз рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути

Фамилия Имя Отчество работника: Иванов Иван Иванович

Должность: монтер пути

Стаж работы: 1 год 6 месяцев

Категория нарушений: 0700 Нарушение трудовой и производственной дисциплины

Наименование нарушений:

- 0701 Самовольное производство работ, которые не поручались
- 0702 Нахождение в опасной зоне без производственной необходимости
- 0703 Нарушение инструкций по охране труда и личной техники безопасности
- 0704 Осознанное (умышленное) подвержение себя опасности
- 0705 Применение в работе опасных приемов труда
- 0706 Нарушение маршрута безопасного служебного прохода
- 0707 Нахождение в состоянии алкогольного опьянения

Нарушения требований охраны труда, допущенные работником

0105 Проведение работ требующих присутствия руководителя, без него	0,1	0,225	0,075
0502 Неадекватное качество стажировки и инструктажей по охране труда	0,25	0,15	0,075
0604 Неприменение защитных щитков, защитных очков	0,075	0,375	0
0707 Нахождение в состоянии алкогольного опьянения	0,025	0,1	0,125

Суммы весовых коэффициентов совокупности нарушений требований охраны труда

	легкий	тяжелый	смертельный
	0,45	0,85	0,275

Прогноз рисков травмирования по уровню частоты их возникновения

Количество баллов	Уровень частоты события травмирования	Описание риска возникновения события травмирования
4	Возможное	Может возникнуть с частой периодичностью

Прогноз уровней рисков травмирования по степени их воздействия

Индекс риска травмирования	Уровень риска травмирования
8	Условно допустимый

Превентивные мероприятия по управлению рисками травмирования

Уровень риска травмирования	Меры воздействия и ответственность	Меры взыскания
Условно допустимый	Внеочередная проверка знаний требований охраны труда	Дисциплинарное взыскание, замечание.

Рисунок 4.3 – Графический интерфейс пользователя

Подготовка программы к работе заключается в копировании файла «Классификатор.xlsm» в рабочий каталог, где будет размещена программа. Перед запуском программы на выполнение, следует проверить наличие установленного в используемой системе программного пакета Microsoft Office. Запуск программы на выполнение осуществляется стандартным способом: двойной клик указателем мышки на графическом изображении файла или запуск файла на выполнение с использованием файлового менеджера и клавиатуры. При первом запуске программы среда Microsoft Excel может потребовать включить режим использования макросов. В этом случае, необходимо разрешить выполнение макросов.

Интерфейс пользователя имеет поля ввода и вывода данных, в также органы управления: кнопки и раскрывающийся список. Последовательность работы с элементами графического интерфейса пользователя следующая:

1. Ввод фамилии, имени и отчества работника, допустившего нарушение требований охраны труда.
2. Ввод его должности и стажа работы по специальности.
3. Выбор из раскрывающегося списка «Категория нарушения» необходимой категории (при этом в окне «Наименование нарушений» будет отображен список всех нарушений, входящих в эту категорию).
4. Выбор из этого списка нужного нарушения (осуществляется выделением записи с помощью мышки).
5. Нажатие кнопки «Добавить». При этом, выбранное нарушение будет добавлено в формирующийся список «Нарушения требований охраны труда, допущенные работником».
6. При необходимости повторить пункты, связанные с выбором и добавлением нарушений.
7. По окончании формирования списка нарушений требований охраны труда, допущенных работником, нажать кнопку «Классифицировать». При этом будет произведен расчет, и будут заполнены все остальные поля вывода.

Результатом работы программы является анализ идентифицированных нарушений требований охраны труда в количественном эквиваленте, прогноз рисков травмирования по возможности их реализации и степени воздействия, а также, мероприятия и ответственность за нарушение требований охраны труда.

#### **4.6 Оценка социально-экономической эффективности практического применения методов анализа и прогнозирования производственного травматизма**

Социально-экономическая эффективность предложенных решений рассчитана в целях обоснования их внедрения и практического использования, а также целесообразного принятия превентивных управленческих мероприятий по предупреждению производственного травматизма. Фактическая и ожидаемая социально-экономическая эффективность, связанная со снижением



производственного травматизма и компенсационных затрат по выплатам пострадавшим, определена по критериям и соответствующим формулам [70, 78, 106, 116, 191, 234].

Расчет социальной эффективности складывается из вычисления сокращения общего количества пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на один день и трех его составляющих: травмированных работников, получивших травмы с легким, тяжелым и смертельным повреждением здоровья.

Ожидаемое сокращение общего количества пострадавших рассчитаем по формуле:

$$\Delta \bar{N}_{\text{тр}} = (N_{\text{тр}}^{2016} - N_{\text{тр}}^{2017}) + (N_{\text{тр}}^{2017} - N_{\text{тр}}^{2018}) + (N_{\text{тр}}^{2018} - N_{\text{тр}}^{2019}), \quad (4.3)$$

где  $N_{\text{тр}}^{ti}$  – количество травмированных работников в  $t$ -гармонике исследуемого и прогнозируемого временного тренда.

Подставляя в формулу (4.3) фактические и прогнозные значения количества пострадавших по общему производственному травматизму получим:

$$\Delta \bar{N}_{\text{тр/общ}} = (7 - 5) + (5 - 4) + (4 - 3) = 4.$$

Ожидаемое сокращение общего количества пострадавших  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/общ}}$  в 2017 году  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/общ}} = 7 - 5 = 4$ .

Аналогично рассчитаем сокращение количества травмированных работников с ранжированием их по степени тяжести здоровья и получим следующие данные несчастным случаям с легким, тяжелым и смертельным исходом соответственно:

$$\Delta \bar{N}_{\text{тр/легк}} = (3 - 2) + (2 - 2) + (2 - 1) = 2.$$

$$\Delta \bar{N}_{\text{тр/тяж}} = (3 - 2) + (2 - 1) + (1 - 1) = 2.$$

$$\Delta \bar{N}_{\text{тр/смерт}} = (1 - 0) + (0 - 0) + (0 - 0) = 1.$$

Из вышеизложенного следует, что ожидаемое снижение числа пострадавших в 2017 году:  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/общ}} = 7 - 4 = 3$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/легк}} = 3 - 2 = 1$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/тяж}} = 3 - 2 = 1$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/смерт}} = 1 - 0 = 1$ .

Статистический анализ производственного травматизма в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги свидетельствует, что в 2017 году травмировано 3 работника, из них 2 с легким исходом и 1 – с тяжелым, со смертельным – 0.

Произведем расчет фактического сокращения пострадавших за 2017 год с использованием формулы (5.1):  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/общ}} = 4$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/легк}} = 1$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/тяж}} = 2$ ;  $\Delta \bar{N}_{\text{тр/смерт}} = 1$ .

Из этого следует, что фактический результат снижения общего производственного травматизма в 2017 году превзошел прогнозируемый на 25 %, из них с легким исходом – на 0 %, с тяжелым – 100 %, со смертельным – 0 %.

Изменение уровня производственного травматизма за прогнозируемый период времени рассчитаем по формуле:

$$\vec{N}_{\text{тр}} = 100 - N_{\text{тр}}/\Delta N_{\text{тр}} \cdot 100 \quad (4.4)$$

Подставив фактические и прогнозные значения в формулу 4.4, получим:

$$\vec{N}_{\text{тр/общ}} = 100 - 7/4 \cdot 100$$

$$\vec{N}_{\text{тр/общ}} = 75 \%$$

Аналогично по формуле 4.4 рассчитаем изменение уровня производственного травматизма за прогнозируемый период времени с ранжированием их по степени тяжести здоровья и получим следующие данные по несчастным случаям с легким, тяжелым и смертельным исходом соответственно:

$$\vec{N}_{\text{тр/легк}} = 100 - 3/2 \cdot 100 \%$$

$$\vec{N}_{\text{тр/легк}} = 50 \%$$

$$\vec{N}_{\text{тр/тяж}} = 100 - 3/2 \cdot 100 \%$$

$$\vec{N}_{\text{тр/тяж}} = 50 \%$$

$$\vec{N}_{\text{тр/смерт}} = 100 - 1/0 \cdot 100 \%$$

$$\vec{N}_{\text{тр/смерт}} = 100 \%$$

Вариация абсолютных количественных показателей производственного травматизма без учета среднесписочной численности работников в организации позволяет относительно представить вес несчастных случаев.

Для объективной оценки следует учитывать абсолютные показатели, которые рассчитываются по исходным количественным данным посредством определения коэффициента частоты производственного травматизма  $K_q$  – количество травмированных (погибших) на 1000 человек среднесписочного состава работающих за определенный период времени, которое выражается соотношением:

$$K_q = \frac{N_{\text{тр}} \cdot 1000}{N_{\text{общ}}} \quad (4.5)$$

где:  $N_{\text{тр}}$  – общее количество травмированных работников в результате несчастных случаев на производстве, приведших к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавших либо к их смерти;

$N_{\text{общ}}$  – среднесписочная численность работников.

Расчеты по статистическим показателям в исследуемый период по формуле (4.5) показали, что средний коэффициент производственного травматизма несчастных случаев легкой степени тяжести повреждения здоровья пострадавших  $\bar{K}_{q/\text{легк}} = 0,43$ ; тяжелой –  $\bar{K}_{q/\text{тяж}} = 0,33$ ; смертельной –  $\bar{K}_{q/\text{смерт}} = 0,11$ . Средний коэффициент общего травматизма составляет  $\bar{K}_{q/\text{общ}} = 0,87$ .

Социальный эффект от снижения (уменьшения) коэффициента частоты производственного травматизма на перспективу

$$\Delta \bar{K}_q = K_q^2 - K_q^1 \quad (4.6)$$

где  $K_q^1$  – коэффициент частоты производственного травматизма,  $K_q^2$  коэффициент частоты по прогнозируемым значениям количества пострадавших рассчитаем по формуле:

$$\bar{K}_q = (K_q^{2016} - K_q^{2017}) + (K_q^{2017} - K_q^{2018}) + (K_q^{2018} - K_q^{2019}) \quad (4.7)$$

Используя формулу (4.7), фактические и прогнозные значения, рассчитаем социальный эффект от снижения (уменьшения) коэффициента частоты производственного травматизма по статистическим показателям по общему производственному травматизму получим:

$$\bar{K}_{q/\text{общ}} = (0,54 - 0,38) + (0,38 - 0,31) + (0,31 - 0,23) = 0,31$$

Аналогично рассчитаем сокращение количества травмированных работников с ранжированием их по степени тяжести здоровья и получим следующие данные несчастным случаям с легким, тяжелым и смертельным исходом соответственно:

$$\bar{K}_{\text{ч/легк}} = (0,23 - 0,16) + (0,16 - 0,16) + (0,16 - 0,16) = 0,08.$$

$$\bar{K}_{\text{ч/тяж}} = (0,23 - 0,16) + (0,16 - 0,08) + (0,08 - 0,08) = 0,15.$$

$$\bar{K}_{\text{ч/смерт}} = (0,08 - 0) + (0 - 0) + (0 - 0) = 0,08.$$

Коэффициент тяжести производственного травматизма  $K_T$  выражает среднее количество дней нетрудоспособности, приходящихся на одного пострадавшего от несчастного случая на производстве:

$$K_T = \frac{D_n}{N_{\text{тр}}} \quad (4.8)$$

где:  $D_n$  – общее число человеко-дней нетрудоспособности, приходящихся на всех пострадавших от несчастных случаев на производстве за определенный период времени;

$N_{\text{тр}}$  – общее количество травмированных работников в результате несчастных случаев на производстве, приведших к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавших, без учета погибших.

Социальный эффект от снижения коэффициента тяжести производственного травматизма рассчитывается по формуле:

$$\Delta \bar{K}_T = K_T^2 - K_T^1 \quad (4.9)$$

где  $K_T^1$  – коэффициент тяжести производственного травматизма, коэффициент тяжести  $K_T^2$  по прогнозируемым значениям количества пострадавших рассчитаем по формуле:

$$\Delta \bar{K}_T = (K_T^{2016} - K_T^{2017}) + (K_T^{2017} - K_T^{2018}) + (K_T^{2018} - K_T^{2019}) \quad (4.10)$$

Используя формулу (4.10), фактические и прогнозные значения рассчитаем социальный эффект от снижения (уменьшения) коэффициента частоты производственного травматизма по статистическим показателям по общему производственному травматизму получим:

$$\Delta \bar{K}_T = (125,6 - 89,4) + (88,4 - 72,1) + (72,1 - 53,5) = 72,1$$

Аналогично рассчитаем сокращение количества травмированных работников с ранжированием их по степени тяжести здоровья и получим следующие данные несчастным случаям с легким и тяжелым исходом соответственно:

$$\Delta \bar{K}_T = (162,4 - 113,2) + (113,2 - 113,2) + (113,2 - 113,2) = 49,2$$

$$\Delta \bar{K}_T = (44,8 - 31,1) + (31,1 - 15,6) + (15,6 - 15,6) = 29,2$$

Экономическое значение охраны труда определяется эффективностью мероприятий по повышению безопасности труда и является экономическим выражением социальной значимости охраны труда.

Материальный ущерб, понесенный работодателем в результате несчастных случаев на производстве, выражается в осуществлении выплат и пособий пострадавшему либо лицам, имеющим право на получение таких выплат в случае его смерти, в соответствии с положениями государственного законодательства [224].

Средний размер пособия по временной нетрудоспособности, назначаемого в связи с несчастным случаем и выплачиваемого за счет средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве осуществляется единовременной страховой выплатой пострадавшему либо лицам, имеющим право на получение такой выплаты в случае его смерти; ежемесячных страховых выплат пострадавшему либо лицам, имеющим право на получение таких выплат в случае его смерти.

Средний размер оплаты дополнительных расходов, связанных с медицинской, социальной и профессиональной реабилитацией пострадавшего при наличии прямых последствий страхового случая на лечение пострадавшего после происшедшего тяжелого несчастного случая на производстве до восстановления трудоспособности или установления стойкой утраты профессиональной трудоспособности; приобретение лекарств, изделий медицинского назначения и индивидуального ухода; специальный медицинский и бытовой уход за

пострадавшим, в том числе осуществляемый членами его семьи; проезд пострадавшего, а в необходимых случаях и на проезд сопровождающего его лица для получения отдельных видов медицинской и социальной реабилитации; изготовление и ремонт протезов, обеспечение техническими средствами реабилитации и их ремонт; обеспечение транспортными средствами при наличии соответствующих медицинских показаний и отсутствии противопоказаний к вождению, их текущий и капитальный ремонт и оплату расходов на горюче-смазочные материалы; профессиональное обучение (переобучение) [224].

Для определения экономических потерь (затрат, понесенных вследствие гибели или травматизма работников), в филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД» используется пункт 4.4 Методики расчета ущерба компании от несчастных случаев на производстве, происшедших с работниками ОАО «РЖД» [136].

Во временном тренде с 2013 по 2016 год в хозяйстве пути числится 29 пострадавших от несчастных случаев на производстве, из них 11 человек получили травмы легкой степени тяжести повреждения здоровья, 15 – тяжелой степени и 3 работника травмированы смертельно.

Расчеты по статистическим показателям в исследуемый период выплат работникам и иждивенцам по вышеперечисленным формулам показали, что средний материальный ущерб от травмы легкой степени тяжести повреждения здоровья пострадавших  $M_{\bar{y}_{\text{легк}}} = 82\,653$  руб.; тяжелой –  $M_{\bar{y}_{\text{тяж}}} = 402\,248$  руб.; смертельной –  $M_{\bar{y}_{\text{смерт}}} = 1\,785\,453$  руб.

Для оценки экономических показателей производственного травматизма используем коэффициент экономического ущерба, который определяет затраты на одного травмированного работника в результате несчастного случая на производстве, приведшего к временной или стойкой утрате трудоспособности пострадавшего либо к его смерти и рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{эу}} = \frac{M_y}{N_{\text{тр}}} \quad (4.11)$$

где  $M_y$  – материальный ущерб, понесенный работодателем в результате несчастных случаев на производстве, за определенный период времени.

Поставляя статистические данные в формулу (4.11), получим коэффициент экономического ущерба с ранжированием по последствиям несчастных случаев:

$$K_{M_{y/\text{легк}}} = \frac{M_{\bar{y}_{\text{легк}}}}{N_{\text{тр}/\text{легк}}} = \frac{330612}{11} = 30055,6;$$

$$K_{M_{y/\text{тяж}}} = \frac{M_{\bar{y}_{\text{тяж}}}}{N_{\text{тр}/\text{тяж}}} = \frac{804992}{15} = 53666,1;$$

$$K_{M_{y/\text{смерт}}} = \frac{M_{\bar{y}_{\text{смерт}}}}{N_{\text{тр}/\text{смерт}}} = \frac{7141812}{3} = 2380604,6;$$

$$K_{M_{y/\text{общ}}} = \frac{M_{\bar{y}_{\text{смерт}}}}{N_{\text{тр}/\text{смерт}}} = \frac{12277416}{29} = 2464326,3.$$

Используя значения сокращения количества травмированных работников с ранжированием их по степени тяжести здоровья, рассчитаем экономический эффект на прогнозируемый временной тренд с 2017 по 2019гг. соответственно:

$$\mathcal{E}_\Delta = \bar{Y}_i \cdot \Delta \bar{N}_{\text{тр}/i} \quad (4.12)$$

Тогда,

$$\mathcal{E}_{\Delta/\text{легк}} = \bar{Y}_{\text{легк}} \cdot \Delta \bar{N}_{\text{тр}/\text{легк}}; K_{\mathcal{E}\Delta/\text{легк}} = 82653 \times 2 = 165306;$$

$$\mathcal{E}_{\Delta/\text{тяж}} = \bar{Y}_{\text{тяж}} \cdot \Delta \bar{N}_{\text{тр}/\text{тяж}}; K_{\mathcal{E}\Delta/\text{тяж}} = 201248 \times 2 = 402496;$$

$$\mathcal{E}_{\Delta/\text{смерт}} = \bar{Y}_{\text{смерт}} \cdot \Delta \bar{N}_{\text{тр}/\text{смерт}}; K_{\mathcal{E}\Delta/\text{смерт}} = 1\,785\,453 \times 1 = 1\,785\,453.$$

Общий экономический эффект за прогнозируемый период времени рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Delta/\text{общ}} = K_{\mathcal{E}\Delta/\text{легк}} + K_{\mathcal{E}\Delta/\text{тяж}} + K_{\mathcal{E}\Delta/\text{смерт}} \quad (4.13)$$

Подставляя расчетные значения экономического эффекта по степени тяжести последствий в формулу (5.11), получим:

$$\mathcal{E}_{\Delta/\text{общ}} = 82653 + 402496 + 1\,785\,453 = 2\,353\,255 \text{ руб.}$$

В 2017 году в хозяйстве пути травмировано 3 работника против 7 в 2016 году и 4 прогнозируемых на 2017 год, поэтому фактический результат снижения производственного травматизма в 2017 году превзошел фактический на 57,1% и ожидаемый на 25%, экономический эффект составил 2672,6 тыс. руб.

#### **Выводы по главе 4**

Безусловным преимуществом разработанной Методики является ее создание на основе статистических материалов, что позволяет основываться на достоверных обстоятельствах и причинах реально происшедших несчастных случаев. Представительный объем экспериментальных и верифицированных данных обеспечивает высокую точность прогноза возникающих рисков травмирования и потенциальных последствий от их воздействия.

Методика является практическим инструментом выявления таких нарушений требований безопасности, которые становились причинами несчастных случаев постфактум и позволяет на системном уровне объективно и доступно оценивать величину возможности реализации рисков травмирования и их значимость, обусловленных нарушениями требований охраны труда, а также оперативно формировать целенаправленные превентивные мероприятия по своевременному устранению возникающих опасностей травмирования, что способствует профилактике производственного травматизма среди работников хозяйства пути.

Разработанная программа для ЭВМ способна автоматизировать процесс анализа и прогноза рисков травмирования на рабочем месте, воспроизводить результаты аудита с заданной точностью и оперативно формировать полученные сведения в соответствующем информативном документе. Программа способствует минимизации бюрократических процедур и доступна в ее использовании.

Полученные значения ожидаемого и фактического социально-экономического эффекта от внедрения и использования в хозяйстве пути разработанных и предложенных решений показывают заметное снижение уровня



производственного травматизма и финансовых потерь, связанных с компенсационными выплатами пострадавшим от несчастных случаев на производстве.

Таким образом, внедрение и использование Методики анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах хозяйства пути способствует экономической заинтересованности работодателя в повышении уровня безопасности трудовой деятельности работников, возможности оперативного формирования целенаправленных превентивных мероприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, полученные в ходе диссертационных исследований:

1. Изучены способы обеспечения безопасных условий и охраны труда, методы анализа и прогнозирования производственного травматизма, том числе действующих в хозяйстве пути. Исследование отраслевых методик и стандартов показало их недостаточную эффективность прогнозирования рисков травмирования работников, что не позволяет своевременно формировать и осуществлять целенаправленные превентивные мероприятия.

2. По результатам анализа установлено, что риск травмирования работников хозяйства пути в высокой степени зависит от двух основных факторов: продолжительности стажа работы по специальности, коэффициент корреляции  $R = -0,79$  и от исследуемых причин несчастных случаев,  $R = 0,98$ .

3. Анализ производственного травматизма и построенные на его основе математические модели свидетельствуют о тесной сходимости прогнозных и фактических значений количества пострадавших, что констатирует значимость полученных моделей и высокую статистическую зависимость риска травмирования работников от ряда определенных причин несчастных случаев, что является потенциалом для формирования целенаправленных мероприятий по устранению выявленных нарушений требований охраны труда, способных повлечь за собой несчастный случай.

4. Полученная статистическая зависимость влияния причин несчастных случаев на риск травмирования и разработанные на ее основе математические модели позволили осуществить прогноз потенциального числа пострадавших от несчастных случаев на производстве.

5. Методика анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути, созданная на основе статистических данных, в том числе автоматизированная, является практическим инструментом своевременного выявления рисков травмирования на конкретных рабочих местах и прогнозирования уровней значимости их потенциального воздействия, что соответственно развивает существующую систему контроля за состоянием

охраны труда. Разработанная и внедренная Методика позволяет на системном уровне объективно принимать превентивные управленческие решения и повысить безопасность трудовой деятельности работников хозяйства пути.

6. Произведенный расчет ожидаемой социально-экономической эффективности от использования предложенных решений показывает возможность снижения общего производственного травматизма на 75%, в том числе с легким исходом – на 50%, с тяжелым – на 50% и смертельным – на 100%.

7. Результат снижения производственного травматизма в 2017 году превзошел фактический на 57,1% и ожидаемый на 25%, экономический эффект составил 2672,6 тыс. руб., что свидетельствует о заметной эффективности применения результатов диссертационного исследования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов, В.А. Исследование производственного травматизма с помощью экспертных систем, основанных на использовании методов многомерного статистического анализа / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, А.Г. Холодов // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 4. – С. 70-73.
2. Аксенов, В.А. Модель оценки влияния человека на функционирование человеко-машинных систем / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов // Известия Транссиба. – 2014. – № 1. – С. 116-119.
3. Аксенов, В.А. Основные направления совершенствования системы управления охраной труда на транспорте / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Н.М. Иосифова // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 3. – С. 90-94.
4. Аксенов, В.А. Повышение эффективности оценки травматизма при анализе и оценке профессиональных рисков / В.А. Аксенов, П.Н. Потапов, А.М. Завьялов, Ю.В. Завьялова // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 3. – С. 96-99.
5. 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.
6. Аксенов, В.А. Проблемы управления профессиональными рисками в хозяйствах инфраструктуры железных дорог / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: ПГУПС, 2012. – С. 204-207.
7. Аксенов, В.А. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности производственных процессов на транспорте / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Ю.В. Завьялова // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2013. – № 18 (207), Ч. 2. – С.151-155.
8. Аксенов, В.А. Система охраны труда и профессиональные риски [Текст] / В.А. Аксенов, Д.Л. Раенок, А.М. Завьялов // Мир транспорта. – 2013. – № 2. – С. 164-169.

9. Аксенов, В.А. Совершенствование системы управления рисками для обеспечения безопасности производственных процессов / В.А. Аксенов, Д.Л. Раенок, А.М. Завьялов // Надежность. – 2013. – № 3 (46). – С. 103-111.

10. Аксенов, В.А. Формирование методики анализа и оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, А.В. Матафонов // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 2. – С. 93-106.

11. Аксенов, В.А., Управление профессиональными рисками как подход к модернизации системы управления охраной труда / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, А.Г. Холодов, Н.М. Иосифова // Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СГУПС, 2013. – Ч. 2. – С. 462-466.

12. Аксенов, В.А. Методический подход к анализу и прогнозированию рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Ю.В. Дементьева // Качество и жизнь. – 2018. – № 2 (18). – С. 93-96.

13. Анализ состояния охраны труда в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги за период 2004-2016гг. – Самара: НБТ КБШ ж.д., 2016. – 33 с.

14. Анализ состояния охраны труда Куйбышевской железной дороги за период с 2004–2016гг. – Самара: НБТ КБШ ж.д., 2016. – 45 с.

15. Андреева, Е.Е. Система оценки и управления профессиональными рисками на предприятии авиационного машиностроения / Е.Е. Андреева // Охрана труда на промышленных предприятиях. – 2012. – № 8. – С. 22-28.

16. Анфилофьев Б.А. Основные вредные и опасные факторы трудового процесса при производствах работ по текущему содержанию и ремонту пути / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Молодежь как импульс в техническом прогрессе: (Самара-Оренбург 10 февраля 2014 г.): материалы II Междунар. науч.-исслед. конф. – Оренбург: ОрИПС, 2014. – С. 4-6.

17. Анфилофьев, Б.А. Статистический анализ показателей производственного травматизма на предприятиях железнодорожного транспорта /

Б.А. Анфилофьев, Е.В. Лукенюк, Ю.В. Дементьева // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – № 2 (24). – С. 17-20.

18. Анфилофьев, Б.А. Аттестация рабочих мест по условиям труда – первый шаг к выявлению и оценке профессиональных рисков / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Образование, наука, транспорт в XXI веке: опыт, перспективы, инновации (Самара-Оренбург, 6-7 декабря 2012г.): материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург: ОриПС, 2012. – С. 306-308.

19. Анфилофьев, Б.А. Выявление причин несчастных случаев на производстве в хозяйстве пути / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Транспортное образование и наука: проблемы и перспективы (Уфа-Самара, 28 ноября 2013г.): материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа: СамГУПС, 2013. – С. 114-117.

20. Анфилофьев, Б.А. Нарушение технологического процесса – одна из основных причин производственного травматизма / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Молодежь как импульс в техническом прогрессе (Самара-Оренбург, 19 февраля 2015г.): материалы III Междунар. науч.-исслед. конф. – Оренбург: ОриПС, 2015. – С. 23-27.

21. Анфилофьев, Б.А. Применение статистического метода в анализе производственного травматизма на железнодорожном транспорте / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Наука и образование транспорту (Самара, 29-31 октября 2012г.): материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2012. – С. 172-176.

22. Анфилофьев, Б.А. Профессиональная подготовка – основа профилактики производственного травматизма / Б.А. Анфилофьев, Ю.В. Дементьева // Человеческие ресурсы. – 2012. – № 1 – С. 8-10.

23. Анфилофьев, Б.А. Степень взаимосвязи производственного травматизма и возраста работников / Ю.В. Дементьева, Б.А. Анфилофьев // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 4 (46). – С. 131-136.

24. Апатцев, В.И. Основные направления совершенствования системы подготовки кадров, обеспечивающих безопасность производственных процессов /

В.И. Апатцев, В.А. Аксёнов, Д.Л. Раенок, А.М. Завьялов // Наука и техника транспорта. – 2014. – № 1. – С. 93-97.

25. Бабак, Н.П. О совершенствовании системы КСОТ-П / Н.П. Бабак // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 38-39.

26. Баловцев, С.В. Управление производственными рисками на угольных шахтах / С.В. Баловцев, О.В. Воробьева // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 12. – С. 15-20.

27. Бар, Дж.Т. Инструменты качества. Диаграммы Парето / Дж.Т. Бар // Методы менеджмента качества. – 2000. – № 7, Ч. 4. – С. 27-30.

28. Басалаева, А.А. К вопросу совершенствования методики определения социально-экономической эффективности мероприятий по охране труда / А.А. Басалаева // Вестник Воронежского государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 62-64.

29. Батова, И.Б. Классификация рисков и причины их возникновения / И.Б. Батова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 1. – 4 с.

30. Беднаржевский, С.С. Управление профессиональными рисками в системе стандартов безопасности труда / С.С. Беднаржевский, Ж.В. Король. – 2013. – № 3. – С. 104-106.

31. Белякин, С.К. Методика количественной оценки приоритетных рисков профессионального травматизма / С.К. Белякин, С.П. Левашов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2016. – № 5. – С. 168-180.

32. Бодня, М.С. Оценка профессионального риска: современное состояние и проблемы методологии / М.С. Бодня // Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика: материалы VI Межрегион. науч.-практ. конф. – Южно-Сахалинск: СГУ, 2016. – С. 131-133.

33. Бондарев, С.Б. Успех в обеспечении безопасных условий труда – результат системной работы / С.Б. Бондарев // Справочник специалиста по охране труда. – 2015. – № 3. – С. 47-55.

34. Боярова, А.О. Модификация структурной схемы управления охраной труда в ОАО «РЖД» / А.О. Боярова // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 136-143.

35. Воробьев, И.А. О совершенствовании нормативных требований охраны труда / И.А. Воробьев // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 3. – С. 46–51.

36. Воробьева, А.Ф. Совершенствование системы управления охраной труда при проведении технической диагностики нефтегазопроводов : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Воробьева Альбина Флюоровна. – Ухта, 2012. – 105 с.

37. Воробьева, О.В. Научное обоснование оценки и управления производственными рисками на угледобывающих предприятиях : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Воробьева Оксана Владимировна. – М., 2009. – 214 с.

38. Ворошилов, А.С. Оценка рисков травматизма / А.С. Ворошилов // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4. – С. 42-45.

39. Ворошилов, С.П. Комплекс контроля компетентности работников в сфере безопасности труда / С.П. Ворошилов // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 1. – С. 68-72.

40. Габдрахманов, Б.Ф. Повышение знаний персонала в сфере требований охраны труда / Б.Ф. Габдрахманов // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4. – С. 64-67.

41. Гаранин М.А. Обучающие программы компетенций безопасного производства работ / М.А. Гаранин, Ю.В. Дементьева // Инновации в системах обеспечения движения поездов (Самара, 19-20 мая 2016г.): материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2016. – С. 143-147.

42. Гаранин, М.А. Корреляционное исследование влияния причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма / М.А. Гаранин, А.М. Завьялов, Ю.В. Дементьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – № 3 (14). – С. 109-120.

43. Гаранин, М.А. Статистический анализ причин несчастных случаев на производстве / М.А. Гаранин, С.А. Вельмин, Ю.В. Дементьева // Транспорт



России: проблемы и перспективы (Санкт-Петербург, 29-30 ноября 2016г.): материалы междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: ИПТ РАН, 2016. – С. 157-161.

44. Глушков, В.А. Проблемы функционирования системы управления профессиональными рисками / В.А. Глушков, А.С. Сальников, Д.А. Гайниева // Вопросы современной науки. – 2017. – № 3. – С. 159-168.

45. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2000. – 479 с.

46. ГОСТ 12.0.230-2007 Системы управления охраной труда. Общие требования. ILO-OSH 2001. – М.: Стандартиформ, 2007. – 20 с.

47. ГОСТ Р 12.0.007-2009 Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию. – М.: Стандартиформ, 2009. – 48 с.

48. ГОСТ Р 12.0.008-2009 Системы управления охраной труда в организациях. Проверка (аудит). – М.: Стандартиформ, 2009. – 39 с.

49. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. – М.: Стандартиформ, 2009. – 19 с.

50. ГОСТ Р 54934-2012 / OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. – М.: Стандартиформ, 2012. – 26 с.

51. Григорьев, Н.Н. Дисциплина как основная составляющая человеческого фактора / Н.Н. Григорьев, А.П. Двинин, А.М. Железняков // Транспорт РФ. – 2013. – № 5. – С. 77-80.

52. Григорьева, С.М. Оценка профессиональных рисков как форма воздействия на охрану труда / С.М. Григорьева // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 2. – С. 94-100.

53. Даниленко, А.Г. Совершенствование методов анализа производственного травматизма при горных работах : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Даниленко Антон Георгиевич. – Тула, 2013. – 120 с.

54. Дементьева, Ю.В. Корреляционный анализ влияния количественных факторных признаков на статистические показатели производственного

травматизма / Ю.В. Дементьева // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 3 (31). – С. 139-148.

55. Дементьева, Ю.В. Ретроспективный прогноз производственного травматизма с учетом степени тяжести здоровья пострадавших / Ю.В. Дементьева, Д.Л. Раенок, А.В. Матафонов // Проблемы безопасности российского общества. – 2017. – № 2. – С. 56-68.

56. Дементьева, Ю.В. Анализ влияния дня недели на показатели производственного травматизма / Ю.В. Дементьева // Новая наука: от идеи к результату (Стерлитамак, 29 марта 2016 г.): материалы междунар. науч.-практ. конф. – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2016. – С. 14-20.

57. Дементьева, Ю.В. Анализ влияния причин несчастных случаев на показатели производственного травматизма / Ю.В. Дементьева, М.А. Гаранин // Единый всероссийский научный вестник. – 2016. – № 9. – С. 17-26.

58. Дементьева, Ю.В. Анализ влияния фактора «район производства работ» на статистические показатели / Ю.В. Дементьева // Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития (Магнитогорск, 8 апреля 2016г.): материалы междунар. науч.-практ. конф. – Магнитогорск: МЦИИ «Омега сайнс», 2016. – С. 34-41.

59. Дементьева, Ю.В. Апостериорно-агрегированный анализ абсолютных и относительных показателей производственного травматизма / Ю.В. Дементьева // Инновационная наука. – 2016. – № 2. – С. 64-67.

60. Дементьева, Ю.В. Влияние стажа работы на производственный травматизм / Ю.В. Дементьева // Мир транспорта. – 2015. – № 1 (56). – С. 198-204.

61. Дементьева, Ю.В. Корреляционный анализ влияния фактора «вид происшествия» на показатели производственного травматизма / Ю.В. Дементьева // Известия Транссиба. – 2016. – № 2 (26). – С. 127-133.

62. Дементьева, Ю.В. Нарушение требований безопасности труда – основная причина производственного травматизма / Ю.В. Дементьева // Тенденции развития науки (Москва, 31 июля 2015г.): материалы междунар. науч.-практ. конф. – М.: АР-Консалт, 2015. – Ч. 3. – С. 38-40.

63. Дементьева, Ю.В. Недостатки в обучении безопасности труда – одна из причин несчастных случаев / Ю.В. Дементьева // Российское образование: проблемы и перспективы (Тайга, 11 марта 2015г.): материалы всерос. науч.-практ. конф. – Тайга: ОмГУПС, 2015. – С. 152-159.

64. Дементьева, Ю.В. Обеспечение безопасности студентов на производственной практике / Ю.В. Дементьева, Б.А. Анфилофьев, Е.В. Лукенюк // Современное образование и транспортный комплекс России: состояние и перспективы развития (Уфа-Самара, 21 марта 2013г.): материалы всерос. науч. конф. – Уфа–Самара: УФИПС, 2013. – С. 112-115.

65. Дементьева, Ю.В. Оценка влияния дня недели и времени суток на показатели травматизма / Ю.В. Дементьева // Наука и образование транспорту (Самара, 21-23 октября 2015г.): материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2015. – С. 179-182.

66. Дементьева, Ю.В. Оценка зависимости показателей производственного травматизма от времени с начала работы до момента наступления несчастного случая / Ю.В. Дементьева // Отечественная наука: теории нового времени (Екатеринбург, июль 2015г.): материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: НАУ, 2015. – С. 43-47.

67. Дементьева, Ю.В. Применение средств индивидуальной защиты – основа безопасности / Ю.В. Дементьева // Наука и образование транспорту (Самара, 12-14 ноября 2014г.): материалы VII Международной науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2014. – С. 232-234.

68. Дементьева, Ю.В. Совершенствование порядка обучения по охране труда на основе статистического анализа производственного травматизма / Ю.В. Дементьева, М.А. Гаранин // Наука и образование транспорту (Самара, 19-21 октября 2016 г.): материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2016. – С. 117-119.

69. Дементьева, Ю.В. Статистический анализ производственного травматизма, как механизм управления профессиональными рисками / Ю.В. Дементьева, М.А. Гаранин // Инновации в системах обеспечения движения

поездов (Самара, 19-20 мая 2016 г.): материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2016. – С. 120-123.

70. Дианова, Н.А. Анализ социально-экономической эффективности мероприятий по охране труда / Н.А. Дианова, А.С. Мустафина. – Кемерово: КТИПП, 2016. – 666 с.

71. Дмитриев, М.С. Повышение безопасности и улучшение условий труда оператора в транспортно-технологическом процессе сельскохозяйственного производства : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Дмитриев Михаил Сергеевич. – СПб., 2012. – 219 с.

72. Добровольский, А.И. Повышение эффективности производственного контроля на угледобывающем предприятии на основе снижения риска травмы : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Добровольский Александр Иванович. – М., 2012. – 188 с.

73. Донцов, С.А. Безопасность труда железнодорожников / С.А. Донцов // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 1. – С. 58-66.

74. Елагина, М.А. Обучение по охране труда как обязанность /М.А. Елагина // Справочник специалиста по охране труда. – 2015. – № 8. – С. 31-38.

75. Елагина, М.А. Обучение по охране труда как обязанность /М.А. Елагина // Справочник специалиста по охране труда. – 2015. – № 7. – С. 40-45.

76. Елин, А.М. К вопросу социально-экономической оценки эффективности управления охраной труда / А.М. Елин // Wschodnioeuropejskie czasopismo naukowe. – 2016. – № 1. – С. 23-27.

77. Елин, А.М. Основные цели и задачи реформирования охраны труда в Российской Федерации / А.М. Елин // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 3. – С. 4-10.

78. Елин, А.М. Социально-экономическая оценка эффективности управления охраной труда / А.М. Елин // Уровень жизни населения регионов России. – 2016. – № 2 (200). – С. 104-111.

79. Ермилов, О.В. Повышение безопасности труда предприятий Северной железной дороги : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Ермилов Олег Викторович. – М., 2003. – 143 с.

80. Жилин, О.И. О нормах права в области охраны труда / О.И. Жилин // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 3. – С. 52-58.

81. Жилин, О.И. Совершенствование правового регулирования и обучения работников охране труда / О.И. Жилин // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 4. – С. 42-48.

82. Жуков, В.И. Охрана труда на железнодорожном транспорте: учебное пособие для ВУЗов / В.И. Жуков. – М.: Транспорт, 1998. – 328 с.

83. Жукова, С.А. Влияние корпоративной культуры на безопасность / С.А. Жукова, В.Н. Турченко, И.А. Бессонова // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 1. – С. 56-60.

84. Жукова, С.А. Идентификация опасностей в процессе оценки профессиональных рисков / С.А. Жукова, Э.В. Мамзурин // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 4. – С.16-20.

85. Жукова, С.А. Подходы к формированию политики организации в области управления профессиональными рисками [Текст] / С.А. Жукова // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 1. – С. 76-79.

86. Завьялкова, Е.С. Эффект от внедрения оценки профессиональных рисков / Е.С. Завьялкова // Научное обеспечение реализации государственных программ АПК (Лесниково, 2017): материалы междунар. науч.-практ. конф. – Лесниково: КГУ, 2017. – С. 562-564.

87. Завьялов, А. М. Прогнозирование производственного травматизма на основе множественного регрессионного анализа / А.М. Завьялов, Ю.В. Дементьева, Д.Л. Раенок // Проблемы безопасности российского общества. – 2017. – № 2. – С. 36-50.

88. Завьялов, А.М. Исследование причин несчастных случаев в хозяйстве пути на основе методов регрессионного анализа/ А.М. Завьялов,

Ю.В. Дементьева, Д.Л. Раенок // Проблемы безопасности российского общества. – 2017. – № 2. – С. 77-85.

89. Завьялов, А.М. Применение методологии когнитивного моделирования для оценки и анализа влияния человеческого фактора на безопасность движения поездов / А.М. Завьялов // Наука и техника транспорта. – 2014. – № 3. – С. 80-84.

90. Завьялов, А.М. Развитие организации контроля за состоянием охраны труда в системе управления охраной труда ОАО «РЖД» / А.М. Завьялов, Ю.В. Дементьева // Наука и образование транспорту (Самара, 19-20 октября 2017 г.): материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. – Самара: СамГУПС, 2017. – С. 59-63.

91. Завьялов, А.М. Формирование методики анализа и оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда структурных подразделений железнодорожного транспорта / А.М. Завьялов, В.А. Аксёнов // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 2. – С. 93-106.

92. Захаренков, В.В. Применение методов многомерного анализа к оценке риска факторов производственной среды / В.В. Захаренков, Д.В. Суржиков // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 1. – С. 62–65.

93. Захаров, С.В. Развитие подходов к управлению охраной труда на железнодорожном транспорте (на примере Восточно-Сибирской железной дороги) : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Захаров Сергей Викторович. – Иркутск, 2007. – 151 с.

94. Звигинцева, Е.А. Безопасность труда при текущем содержании пути: дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Звигинцева Елена Александровна. – М., 2000. – 156 с.

95. Иванов, В.В. Модернизация системы управления безопасностью труда: стандартизация, учет, обучение, контроль / В.В. Иванов // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 4. – С. 35-38.

96. Ильин, С.М. К вопросу развития определения профессионального риска в законодательстве Российской Федерации / С.М. Ильин, С.С. Сергеева // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 3. – С. 11-17.

97. Ильин, С.М. Параметральная типология и специфические признаки профессиональных рисков / С.М. Ильин, Е.В. Топоркова // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 2. – С. 40-44.

98. Ильин, С.М. Теоретические и методические основы управления профессиональными рисками [Текст] / С.М. Ильин // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 2. – С. 45-55.

99. Инструкция по охране труда для монтера пути «ОАО «РЖД», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.2012 г. № 2769р.

100. Истомина, Р.С. Повышение безопасности труда персонала шахт ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» на основе снижения риска травматизма : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Истомина Руслан Сергеевич. – СПб., 2012. – 160 с.

101. Истомина, С.В. Технологии управления предприятием в сфере безопасности труда / С.В. Истомина, С.А. Жукова // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 3. – С. 65-67.

102. Калугин, А.А. Улучшение условий труда операторов колесных машин в сельскохозяйственном производстве за счет организационных и технических мероприятий : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Калугин Антон Александрович. – СПб., 2012. – 180 с.

103. Калькис, В. Основные направления оценки рисков рабочей среды / В. Калькис, И. Кристиныш, Ж. Роя. – Рига: Министерство благосостояния ЛР, 2005. – 76 с.

104. Карнаух, М.Н. Аудит системы управления охраной труда и промышленной безопасностью / М.Н. Карнаух // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 3. – С. 41-48.

105. Карначев, И.П. Научное обоснование методов анализа производственного травматизма при подземной добыче полезных ископаемых: дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Карначев Игорь Павлович. – Тула, 2013. – 337 с.

106. Кашинцева, Л.В. Эффективность применения социально-экономической концепции продления трудового долголетия для целей управления

охраной труда / Л.В. Кашинцева, И.А. Кабанов, А.А. Хадарцев // Известия ТГУ. – 2017. – № 1. – С. 137-147.

107. Кендалл, М., Стьюарт, А. Статистические выводы и связи / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 899 с.

108. Ключкова, Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте: учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / Е.А. Ключкова. – М.: Транспортная книга, 2008. – 502 с.

109. Коваленко, И.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / И.Н. Коваленко, А.А. Филиппова. – М.: Высшая школа, 1973. – 368 с.

110. Козлов, В.И. Методические подходы к разработке и структурированию показателей эффективности охраны труда на основе анализа несчастных случаев в Кузбассе / В.И. Козлов // Вестник КГТУ. – 2016. – № 2. – С. 175-183.

111. Колде, Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистики: учебное пособие для техникумов / Я.К. Колде. – М.: Высшая школа, 1991. – 157 с.

112. Комиссаров, А.Ф. КСОТ-П – инновационная система в сфере охраны труда / А.Ф. Комиссаров, Н.П. Бабак // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 22-23.

113. Корж, В.А. Основные направления улучшения условий труда работников / В.А. Корж // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 3. – С. 4-7.

114. Косырев, О.А. Совершенствование охраны труда на основе концепции профессионального риска / О.А. Косырев, А.В. Москвичев, Н.И. Симонова // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2012. – № 11. – С. 46-79 .

115. Кочеткова, Е.А. Метод оценки эффективности управления охраной труда угольных шахт на основе учета зависимости рисков профзаболеваемости и травматизма от финансовых затрат : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Кочеткова Екатерина Андреевна. – СПб., 2014. – 114 с.



116. Крецу, Р.М. Анализ показателей социально-экономической эффективности обеспечения безопасных условий труда / Р.М. Крецу // XXI Век. Итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2016. – № 2. – С. 106-114.

117. Крюков, Н.П. К вопросу о системе управления профессиональными рисками / Н.П. Крюков, С.А. Жукова // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 4. – С. 29-34.

118. Кузнецова, Е.А. Методологический подход к оценке уровня производственного травматизма в Российской Федерации / Е.А. Кузнецова, Т.В. Михина // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4. – С. 22-26.

119. Кузьмина, В.В. Совершенствование процесса выявления причин профессиональных рисков / В.В. Кузьмина, В.С. Сердюк // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 1. – С. 49-52.

120. Кузьмищев, А.В. Пять шагов к безопасности / А.В. Кузьмищев // Охрана труда и социальное страхование. – 2010. – № 9. – С. 59-61.

121. Левашов, С.П. Автоматизированная система анализа и обработки данных об обстоятельствах производственного травматизма работников сельского хозяйства / С.П. Левашов, Р.В. Шкрабак // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 65-70.

122. Левашов, С.П. Автоматизированная система оценки рисков профессионального травматизма работников сельскохозяйственного производства / С.П. Левашов // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 6. – С. 58–61.

123. Левашов, С.П. Анализ и разработка критериев оценки и оценивания рисков профессионального травматизма на основе «кодекса лучшей практики» / С.П. Левашов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 37-46.

124. Левашов, С.П. Методология причинно-следственного анализа рисков профессионального травматизма / С.П. Левашов // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 2. – С. 37-50.

125. Лёвин, Б.А. Безопасность на транспорте: задачи и решения / Б.А. Лёвин, В.М. Пономарев, В.А. Ульянов // Бизнес-Премьер. – 2014. – № 3. – С. 36-39.

126. Логинова, Ю.Ю. Формирование безопасного поведения в процессе обучения по охране труда / Ю.Ю. Логинова, Р.И. Чаплин // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 4. – С. 33-35.

127. Лохач, А.В. Разработка методики анализа и оценки профессиональных рисков для работников ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] / А.В. Лохач, О.Б. Проневич // НИР/НИОКР. – 2014. – № 2. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24352119>

128. Львовский, Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учебное пособие для вузов / Е.Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.

129. Макаров, П.В. Совершенствование методики оценки профессионального риска в строительной отрасли на основе экспертных оценок : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Макаров Павел Вячеславович. – Волгоград, 2010. – 139 с.

130. Маренго, А.К. Охрана труда в образовательных организациях / А.К. Маренго // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 3. – С. 68-72.

131. Маркова, А.К. Психология профессионализма / А.К. Маркова. – М.: Международный гуманитарный фонд «Знание», 1996. – 89 с.

132. Медведева, С.А. Оценка ретроспективных и прогнозных профессиональных рисков в организациях воздушного транспорта / С.А. Медведева, Д.М. Горбай, И.Р. Дранишникова // XXI Век. Техносферная безопасность. – 2017. – № 2. – С. 18-29.

133. Методика анализа и оценки профессиональных рисков для работников ОАО «РЖД», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 11.02.2016 г. № 252р. – М.: ОАО «РЖД», 2016. – 132 с.

134. Методика определения целевых показателей производственного травматизма, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 10.12.2015 г. № 2888р. – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 21 с.

135. Методика расследования, учета и оценки микротравм, полученных работниками ОАО «РЖД» в процессе производственной деятельности, утв.

распоряжением ОАО «РЖД» от 18.11.2013 г. № 2470р. – М.: ОАО «РЖД», 2013. – 21 с.

136. Методика расчета ущерба компании от несчастных случаев на производстве, происшедших с работниками ОАО «РЖД», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2012 г. – М.: ОАО «РЖД», 2013. – 27 с.

137. Михина, Т.В. Прогнозирование производственного травматизма в Российской Федерации / Т.В. Михина // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 4. – С. 68-71.

138. Никулин, В.В. Снижение аварийности и транспортного травматизма работников сельскохозяйственного производства за счет инженерно-технических мероприятий : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01/ Никулин Валерий Владимирович. – СПб., 2012. – 201 с.

139. Новиков, Н.Н. Актуальные проблемы охраны труда [Текст] / Н.Н. Новиков // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4. – С. 4-13.

140. Новиков, Н.Н. Кодекс охраны труда на рабочем месте [Текст] / Н.Н. Новиков // НОУ ДПО «Биота-Плюс». – 2013. – № 4. – С. 42-49.

141. Новиков, Н.Н. Подход к оценке и управлению профессиональными рисками / Н.Н. Новиков // Охрана и экономика труда. – 2013. – № 3. – С. 35-40.

142. Овечкина, Ж.В. Гигиена труда и профилактика производственного травматизма путей рабочих железнодорожного транспорта : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Овечкина Жанна Васильевна. – М., 2006. – 209 с.

143. Ольшевский, Н.А. К вопросу о нормативно-методологических основах управления профессиональными рисками / Н.А. Ольшевский // Охрана и экономика труда. – 2012. – № 4. – С. 7-12.

144. Плошкин, В.А. Система управления профессиональными рисками на строительном предприятии / В.А. Плошкин, Е.В. Лихман // Юрисконсульт в строительстве. – 2011. – № 8. – С. 36-43.

145. Поболь, О.Н. Техносфера, ноосфера и экологические проблемы современных техногенных систем / О. Н. Поболь, Г.И. Фирсов // Вестник Тамбовского университета. – 2013. – № 3. – С. 1073-1076.

146. Поболь, О.Н. Экология и техносфера: проблемы и перспективы / О.Н. Поболь, Г.И. Фирсов // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 6. – С. 74-75.

147. Положение о порядке применения предупредительных талонов по охране труда ОАО «РЖД», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 01.10.2015 г. № 2351р. – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 11 с.

148. Положение об особенностях организации расследования несчастных случаев на производстве в ОАО «РЖД», утв. распоряжением от 09.11.2012 г. № 2262р. – М.: ОАО «РЖД», 2012. – 11 с.

149. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утв. постановлением Министерства труда и социального развития от 24.10.2002 г. № 73 (ред. от 14.11.2016 г.) [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

150. Пономарев, В.М. Актуальные вопросы подготовки сил обеспечения транспортной безопасности / В.М. Пономарев, В.А. Ульянов // Проблемы безопасности российского общества. – 2014. – № 3. – С. 70-74.

151. Пономарев, В.М. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность труда на железнодорожном транспорте: учебное пособие / В.М. Пономарев, Б.Н. Рахманов, М.Н. Филипченко. – М.: Учеб.-метод. центр по образованию на жд транспорте, 2014. – 608 с.

152. Пономарев, В.М. Влияние мотивации труда на повышение безопасности труда / В.М. Пономарев, В.А. Ульянов // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 2. – С. 106-112.

153. Пономарев, В.М. Интегральная оценка профессионального риска рабочих вагонного депо / В.М. Пономарев, С.А. Донцов // Наука и техника транспорта. – 2010. – № 1. – С. 10-13.

154. Пономарев, В.М. Обеспечение безопасности труда на железнодорожном транспорте / В.М. Пономарев // Транспорт РФ. – 2011. – № 1. – С. 44-46.

155. Пономарев, В.М. Обучение безопасности: координация и учет / В.М. Пономарев, В.А. Ульянов // Мир транспорта. – 2014. – № 5. – С. 54-62.

156. Пономарев, В.М. Оценка состояния устойчивости перевозочного процесса на железнодорожном транспорте в условиях чрезвычайных ситуаций/ В.М. Пономарев, А.И. Шевченко, Б. Н. Рахманов // Наука и техника транспорта. – 2008. – № 3. – С. 5-11.

157. Правила по безопасному нахождению работников ОАО «РЖД» на железнодорожных путях, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 16.11.2012г. № 2665р. – М.: ОАО «РЖД», 2012. – 14 с.

158. Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений, утв. ОАО «РЖД» от 24.02.1999 г. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 112 с.

159. Приказ Минздравсоцразвития РФ «Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве» от 24.02.2005г. № 160 [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

160. Путевое хозяйство. Большая Российская энциклопедия / под ред. Н.С. Конарева. – М.: Железнодорожный транспорт, 1994. – 343 с.

161. Путь и безопасность движения поездов / под ред. В.Я. Шульги. – М.: Транспорт, 1994. – 95 с.

162. Пушенко, С.Л. Идентификация факторов профессионального риска в повышении эффективности организации охраны труда на предприятиях стройиндустрии / С.Л. Пушенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. – 2012. – № 1 (25). – С. 211-218.

163. Пушенко, С.Л. Методология управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда на предприятиях стройиндустрии : дис. ... д-ра тех. наук : 05.26.01 / Пушенко Сергей Леонардович. – Волгоград, 2012. – 211 с.

164. Пушенко, С.Л. Принципы, концепция и методология управления рисками применительно к безопасности труда / С.Л. Пушенко, Н.А. Страхова // Безопасность в техносфере. – 2012. – № 2. – С. 35-40.

165. Пушенко, С.Л. Риски как механизм повышения эффективности управления охраной труда / С.Л. Пушенко // Вестник ВолгГАСУ. – 2013. – № 34 (53). – С. 129-136.

166. Пушенко, С.Л. Риски как объект методологии в повышении эффективности организации охраны труда на предприятии / С.Л. Пушенко // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 2. – С. 5-12.

167. Пушенко, С.Л. Риск-менеджмент и его интеграция в систему управления охраной труда в строительстве / С.Л. Пушенко // Вестник ВолгГАСУ. – 2013. – № 34 (53). – С. 121-128.

168. Пушенко, С.Л. Структура методологии управления рисками в повышении эффективности организации охраны труда / С.Л. Пушенко // Вестник Белгородского государственного технологического университета. – 2012. – № 1. – С. 120-124.

169. Раенок, Д.Л. Система управления охраной труда в ОАО «РЖД» / Д.Л. Раенок // Справочник специалиста по охране труда. – 2015. – № 4. – С. 26-31.

170. Рахманов, Б.Н. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность труда на железнодорожном транспорте: учебное пособие для вузов / Б.Н. Рахманов, Д.Ю. Глинчиков, С.А. Донцов, В.И. Жуков, В.М. Пономарев, Филипченко М.Н. – М.: Учеб.-метод. центр по образованию на жд транспорте, 2014. – 608 с.

171. Рекомендация Международной Организации Труда об основах, содействующих безопасности и гигиене труда № 197 [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

172. Родин, В. И. Профессиональные риски и человеческий фактор / В.И. Родин, И. Г. Бондарев // Охрана труда и соцстрахование. – 2010. – № 7. – С. 48-53.

173. Роик, В.Д. Профессиональные риски: требуется новая парадигма управления безопасностью труда / В.Д. Роик // Безопасность в техносфере. – 2006. – № 3. – С. 36-41.

174. Роик, В.Д. Пути совершенствования страхования профессиональных рисков / В.Д. Роик // Охрана и экономика труда. – 2016. – № 2 (23). – С. 4-14.

175. Руководство для работодателей «Семь «золотых правил» производства с нулевым травматизмом и с безопасными условиями труда / Международная ассоциация социального обеспечения. – Сингапур: МАСО, 2017. – 20 с.

176. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, утв. Роспотребнадзором РФ Р 2.2.2006-05 от 01.11.2005г. [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

177. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки, утв. Роспотребнадзором РФ Р 2.2.1766-03 от 01.11.2003г. [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

178. Руководство по системам управления охраной труда МОТ-СУОТ 2001 / ИСО-OSH 2001 [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

179. Румянцева, Н.В. Экспериментально-теоретическое обоснование методики оценки условий труда на малых предприятиях строительной отрасли: дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Румянцева Нина Вячеславовна. – СПб., 2012. – 189 с.

180. Русак, О.Н. Основы учения о безопасности человека / О.Н. Русак // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 8. – С. 1-24.

181. Русак, О.Н. Проблемы безопасности и пути их решения / О.Н. Русак // Вестник НЦ БЖД. – 2012. – № 3 (13). – С. 19-24.

182. Русак, О.Н. Проблемы охраны труда в современной России / О.Н. Русак // Вестник НЦ БЖД. – 2012. – № 1 (11). – С. 140-148.

183. Русак, О.Н. Управление риском. Системы управления безопасностью и охраной труда: учебное пособие / М.А. Шевандин, А.М. Анненков. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 35 с.

184. Рыбалченко, К.Ю. Снижение производственного электротравматизма на основе процессно-системного подхода : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Рыбалченко Константин Юрьевич. – Челябинск, 2013. – 197 с.

185. Сборник классификаторов задачи «Учет и анализ производственного травматизма в структурных подразделениях ОАО «РЖД». – М.: ОАО «РЖД», 2008. – 97 с.

186. Селиванов, Л.К. Оценка риска травмирования в Российской Федерации и Федеральных Округах / Л.К. Селиванов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – № 12. – С. 975-977.

187. Семенов, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / В.А. Семенов. – СПб.: Питер, 2013. – 192 с.

188. Сердитов, В.А. Профилактика травматизма и профзаболеваний в АПК за счет организационно инженерно-технических мероприятий и совершенствования профессиональных качеств работников : дис. ... д-ра тех. наук : 05.26.01 / Сердитов Владислав Альбертович. – СПб., 2012. – 262 с.

189. Сердюк, В.С. Математические модели отказов систем защиты от факторов риска в нештатных и аварийных производственных ситуациях / В.С. Сердюк, А.В. Горяга, А.М. Добренко, О.А. Цорина // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 1. – С. 59-63.

190. Сердюк, В.С. Методические подходы к оценке, анализу и снижению производственных рисков / В.С. Сердюк, А.В. Горяга // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 4. – С. 42-45.

191. Сердюк, В.С. Экономика безопасности труда: учебное пособие / В.С. Сердюк. – Омск: ОмГУПС, 2011. – 160 с.



192. Склеменов, Г.Ж. О процессе управления рисками / Г.Ж. Склеменов, С.А. Солод, В.В. Новиков // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 1. – С. 45-48.

193. Спирин, А.А. Общая теория статистики. Статистическая методология в изучении коммерческой деятельности / А.А. Спирин, О.Э. Башина. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 296 с.

194. СТО РЖД 1.05.515.2-2009 «Методы и инструменты улучшений. Анализ Парето». – М.: ОАО «РЖД», 2009. – 11 с.

195. СТО РЖД 1.05.515.3-2009 «Методы и инструменты улучшений. Диаграмма Исикавы». – М.: ОАО «РЖД», 2009. – 10 с.

196. СТО РЖД 1.05.515.4-2009 «Методы и инструменты улучшений. Корреляционный анализ». – М.: ОАО «РЖД», 2009. – 12 с.

197. СТО РЖД 15.003-2014 «Производственный контроль условий труда в ОАО «РЖД». Общие положения». – М.: ОАО «РЖД», 2014. – 18 с.

198. СТО РЖД 15.005-2013 «Система внутреннего аудита охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «РЖД». – М.: ОАО «РЖД», 2013. – 22 с.

199. СТО РЖД 15.014-2017 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД» Управление профессиональными рисками. Общие положения». – М.: ОАО «РЖД», 2017. – 20 с.

200. СТО РЖД 15.001-2016 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Общие положения». – М.: ОАО «РЖД», 2016. – 49 с.

201. СТО РЖД 15.014-2012 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Организация контроля и порядок его проведения». – М.: ОАО «РЖД», 2012. – 32 с.

202. СТО РЖД 15.002-2016 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Организация контроля и порядок его проведения». – М.: ОАО «РЖД», 2016. – 48 с.

203. СТО РЖД 15.011-2015 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Организация обучения». – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 56 с.

204. Стасева, Е.В. Совершенствование и повышение эффективности организации охраны труда в строительстве на основе системы управления

рисками : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Стасева Елена Владимировна. – Волгоград, 2012. – 196 с.

205. Терешин, В.С. Охрана труда в путевом хозяйстве / В.С. Терешин, В.Б. Каменский. – М.: Транспорт, 1999. – 320 с.

206. Тесленко, И.М. Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте (на примере Дальневосточной железной дороги) : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Тесленко Ирина Михайловна. – Хабаровск, 2005. – 159 с.

207. Тетянецко, М.И. Факторы, влияющие на выбор метода или комбинации методов при оценке рисков / М.И. Тетянецко // Достижения вузовской науки – Институт космических и информационных технологий Сибирского федерального университета г. Красноярск. – 2014. – № 8. – С. 210-214.

208. Тимашов, А.В. Ориентирование система управления охраной труда на оценку и управление профессиональным риском / А.В. Тимашов // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4. – С. 49-54.

209. Тимофеева, С.С. Профессиональные риски в сельскохозяйственном производстве / С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев // XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – № 3. – С. 10-17.

210. Тимофеева, С.С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда / С.С. Тимофеева // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 14-24.

211. Тимошкина, Е.В. Управление профессиональными рисками и пути его совершенствования : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 08.00.05 / Тимошкина Елена Владимировна. – М., 2011. – 24 с.

212. Трудовой кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 21 дек. 2001 г. : по состоянию на 2 окт. 2017 г.]. – М.: Омега, 2017. – 223 с.

213. Туганбаев, А.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. – СПб.: Лань, 2011. – 224 с.

214. Ульянов, В.А. Оценка уровня технологической безопасности на железнодорожном транспорте / В.А. Ульянов // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 2. – С. 8-15.

215. 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. – 187 с.

216. Файнбург, Г.З. Безопасность и управление рисками трудовой деятельности: принципы и методы их реализации / Г.З. Файнбург // Вестник ПНИПУ. – 2014. – № 1. – С. 174-186.

217. Файнбург, Г.З. Диалектика охраны труда / Г.З. Файнбург // НОУ ДПО «Биота-Плюс». – 2013. – № 3. – С. 38-45.

218. Файнбург, Г.З. Использование научной методологии охраны труда в целях совершенствования ее практики / Г.З. Файнбург // Охрана и экономика труда – 2015. – № 3 (20). – С. 8-15.

219. Файнбург, Г.З. Кто ты такой будешь? / Г.З. Файнбург // НОУ ДПО «Биота-Плюс». – 2013. – № 4. – С. 12-15.

220. Файнбург, Г.З. Научные основы охраны труда: использование научной методологии для совершенствования практики / Г.З. Файнбург // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4, Ч. 2. – С. 14-21.

221. Файнбург, Г.З. Риск-ориентированный подход к управлению безопасностью и рисками / Г.З. Файнбург // Вестник ПНИПУ. – 2016. – № 5. – С. 240-251.

222. Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

223. Федеральный закон «О ратификации Европейской социальной хартии» от 03.05.1996г. № 101-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

224. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 24.09.1998г. № 125-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

225. Федеральный закон «О ратификации Конвенции об основах, содействующих безопасности и гигиене труда (Конвенции № 187)» от 04.10.2010г. № 265-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

226. Федеральный закон «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации» от 18.07.2011г. № 238-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

227. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 23.12.2013 № 426-ФЗ [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал Гарант. – Режим доступа: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный.

228. Федорец, А.Г. Вероятностно-статистические методы оценки профессиональных рисков / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. – 2007. – № 4. – С. 4-12.

229. Федорец, А.Г. Концепции риска в жизни и деятельности человека / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. – 2013. – № 1. – С. 3-13.

230. Федорец, А.Г. Менеджмент производственной безопасности и оценка рисков: сборник статей / А.Г. Федорец. – М.: АНО «ИБТ», 2012. – 172 с.

231. Федорец, А.Г. Научно-методические основы управления производственными рисками / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. – 2007. – № 6. – С. 18-27.

232. Федорец, А.Г. Понятие «профессиональный риск» в международной и национальной практике / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. – 2014. – № 2. – С. 40-47.

233. Федорец, А.Г. Системный анализ сущности и структуры риска в сфере обеспечения безопасности труда / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. – 2014. – № 1. – С. 15-23.

234. Хрупачев, А.Г. Разработка структуры и методики расчета показателя социально-экономического ущерба, обусловленного работой в неблагоприятных

условиях труда / А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, И.А. Кабанов // Вестник медицинских технологий. – 2017. – № 3. – С. 170-185.

235. Хусаинова, Р.Г. Обоснование целесообразности изменения режимов труда и отдыха в условиях охлаждающего микроклимата : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Хусаинова Ралина Гафуровна. – СПб., 2013. – 162 с.

236. Чернов, Е.Д. Математико-статистические методы исследования причин производственного травматизма: методические указания для студентов-дипломников всех специальностей / Е.Д. Чернов. – Новосибирск: НИИЖТ, 1979. – 38 с.

237. Шаброва, Е.С. Процесс управления рисками в области охраны труда / Е.С. Шаброва, Д.В. Шабров // Вектор науки технического государственного университета. – 2012. – № 2 (24) – С. 19-22.

238. Шадрин, Р.О. Разработка информационной системы анализа и прогнозирования показателей травматизма в электроэнергетической отрасли : дис... д-ра тех. наук : 05.26.01 / Шадрин Роберт Олегович. – Ижевск, 2013. – 248 с.

239. Шариков, Л.К. Реформа в действии / Л.К. Шариков // Охрана труда. Практикум. – 2010. – № 12. – С. 4-10.

240. Шварцбург, Л.Э. Оценка, анализ и управление профессиональным риском в производственной среде / Л.Э. Шварцбург, С.А. Рябов // Главный механик. – 2014. – № 12. – С. 21-26.

241. Шварцбург, Л.Э. Повышение безопасности и эффективности труда персонала на основе фриланса / Л.Э. Шварцбург, С.А. Рябов // Наука, образование и общество: актуальные вопросы и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2015. – С. 148-150.

242. Шварцбург, Л.Э. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования / Л.Э. Шварцбург, Е.В. Бутримова // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2014. – № 4 (31). – С. 187-190.

243. Шевандин, М.А. Охрана труда. Законодательный опыт: учебное пособие / М.А. Шевандин, А.М. Анненков. – М.: МПС РФ: МГУПС (МИИТ), 2003. – 51 с.

244. Шевандин, М.А. Страхование от несчастных случаев на производстве: учебное пособие / М.А. Шевандин, Л.Н. Коннова. – М.: МПС РФ: МГУПС (МИИТ), 2003. – 29 с.

245. Шумилин, В.К. К вопросу оценки травмобезопасности рабочих мест / В.К. Шумилин // Охрана и экономика труда. – 2014. – № 3. – С. 13-21.

246. Щема, Е.А. Методика оценки индивидуального профессионального риска / Е.А. Щема, О.А. Канунникова, В.С. Сердюк // Техносферная безопасность: материалы всерос. науч.-технич. конф. – Омск: ОмИздат, 2017. – С. 41-44.

247. Яковлева, Е.В. О состоянии производственного травматизма в АПК и путях его снижения / Е.В. Яковлева, Е.В. Кулакова // Вестник РГАУ им. П.А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 93-98.

248. Яковлева, Т.Г. Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И. Клинов, Н.Н. Пугря. – М.: Транспорт, 1999. – 405 с.

249. Cheatham, D. Developing effective warnings for the workplace / D. Cheatham, E. Shaver, M. Wogalter // Occupational health & safety - Proquest ABI/INFORM. – 2003. – No. 6. – 28 p.

250. David, J. Ball. Further Thoughts on the Utility of Risk Matrices / J. Ball. David, J. Watt // Risk Analysis. – 2013. – No. 11. – p. 2068-2078.

251. Helmer Gary, W. Safety culture: sustaining the strategy / W. Helmer Gary // Occupational health & safety - Proquest ABI/INFORM. – 2002. – No. 12. – 14 p.

252. Jeffcott, S. Risk, Trust, and Safety Culture in U.K. Train Operating Companies / S. Jeffcott, N. Pidgeon, A. Weyman, J. Walls // Risk Analysis. – 2006. – No. 5. – p. 1105-1121.

253. Kalaora, N. The five essentials of safety / N. Kalaora // Occupational health & safety - Proquest ABI/INFORM. – 2002. – No. 10. – 86 p.

254. Koradecka, D. A Comparative study of objective and subjective assessment of occupational risk / D. Koradecka, M. Pośniak, M. Widerszal-Bazyl, D. Augustyńska,

P. Radkiewicz// International journal of occupational safety and ergonomics. Centranly Instytut Ochrony Pracy. – 2010. – No. 1. – p. 3-22.

255. Marcrae, C. Regulation and Risk: Occupational Health and Safety on the Railways / C. Marcrae // Risk Analysis. – 2004. – No. 2. – p. 509-510.

256. Metzgar, Carl R. Safety analysis: principles & practices in occupational safety, 2nd edition / R. Metzgar Carl // Professional safety - Proquest ABI/INFORM. – 2003. – No. 8. – 12 p.

257. Revelle, Jack B. Safety process analysis / B. Revelle Jack // Professional safety - Proquest ABI/INFORM. – 2003. – No. 7. – 19 p.

258. Shepherd, S. J. Safety at work for railway staff in Britain / S. J. Shepherd, T. Marshall // Occupational medicine – Oxford University Press. – 1990. – No. 4. – 17 p.

259. Tokmakova, I.V. He management of personnel safety of railway transport enterprises / I.V. Tokmakova, E.V. Dudka // Вісник економіки транспорту і промисловості Українська государственная академия железнодорожного транспорта. – 2014. – No. 48. – p. 194-197.

260. Wilson, L. New perspectives on accident/incident investigation / L. Wilson // Occupational health & safety – Proquest ABI/INFORM. – 2003. – No. 1. – 22 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

### Статистические данные производственного травматизма хозяйства пути Куйбышевской железной дороги за период с 2004-2016 гг.

№ п/п	Дата случая, день недели	Время от начала работы	Год рождения возраст	Профессия должность	Стаж работы	Район происшествия	Вид выполняемой работы	Вид происшествия	Причины происшествия (несчастного случая)	Категория тяжести
2004 год										
1.	09.03 2004	14.15  6 часов	1952  52	слесарь по ремонту машин и механизмов	20 лет 1 мес	перегон Химическая – Жигулевское море	текущее содержание пути (приварка рельсовых соединений)	воздействие движущегося оборудования (контактный удар с движущейся сварочной тележкой)	1. неприменение средств ограждения места производства работ на ж.д. пути сигналами 2. нарушение установленного порядка ограждения места производства работ на путях 3. использование работающего не с недостаточным опытом работы на опасных работах 4. эксплуатация неисправных машин 5. выполнение работ меньшим числом работников	легкий
1/2	ПТ		1979  25	электрогазо сварщик	3 года 6 мес					легкий
2/3	04.02 2004  СР	14.35  7 часов	1959  45	монтер пути	10 лет 7 мес	помещение поста дежурного по переезду	текущее содержание пути (смена рельсовых плетей)	наезд подвижного состава	1. неприменение средств ограждения места производства работ на ж.д. пути сигналами 2. нарушение установленного порядка ограждения места производства работ на путях 3. допуск к работе без обучения и проверки знаний ОТ 4. низкое качество проведения целевого инструктажа 5. отсутствие утвержденной технологической карты 6. несоответствие техпроцесса требованиям ОТ 7. нахождение пострадавшего в негабарите подвижного состава, не слышал подаваемых сигналов поезда	смертельный
3/4	20.02 2004  ПТ	12.40  4 часа	1952  52	зам. начальника дистанции пути	1 год 5 мес	перегон Безенчук - Звезда	текущее содержание пути (одиночная смена рельса)	воздействие перемещаемых предметов (удар перемещаемым рельсом)	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 2. осознанное нарушение известных мер безопасности	тяжелый инвалид



4/5	25.02 2004  СР	13.30  6 часов	1961  43	монтер пути	8 лет 1 мес	перегон Тургенев ка- Кинель	следование по ж.д. пути внутри колеи	наезд подвижного состава	1. нарушение последовательности выполнения работ 2. сознательное несоблюдение известных мер безопасности на ж.д. путях (передвижение внутри рельсовой колеи) 3. из-за общего шума не слышал подаваемых сигналов приближающегося поезда	смертель ный
5/6	13.03  СБ	22.00  8 часов	1955  49	проводник служебного вагона	2 года 2 мес	станция Самара	следование по междупутью парка товарного двора	спотыкание, падение ж.д. путях	1. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности 2. захламленность рабочих зон 3. заледенение, заснеженность рабочей зоны	легкий
6/7	28.04  СР	12.45  5 часов	1964  40	монтер пути	5 лет 11 мес	станция Рузаевка	погрузо – разгрузочн ые работы (погрузка рельсов на платформу МПТ)	удар, придавливание падающими рельсами	1. отсутствие утвержденной технологической карты 2. допуск к работе без обучения и проверки знаний ОТ 3. низкое качество проведение целевого инструктажа 4. несогласованные действия работников 5. проведение работ без присутствия руководителя 6. нарушение требований по складированию грузов 7. неприменение средств коллективной защиты (рельсовых захватов против саморасцепа)	тяжелый
7/8	14.04  СБ	15.58  4 часа	1955  47	монтер пути	7 мес	перегон Новоспас ское - Коптевка	следование по ж.д. пути внутри колеи	наезд подвижного состава	1. нахождение в состоянии алкогольного опьянения 2. осознанное нарушение требований безопасности при нахождении на ж.д. путях (передвижение внутри рельсовой колеи)	смертель ный
8/9	30.04 2004  ПТ	11.20  4 часа	1959  45	монтер пути	10 лет 10 мес	станция Рузаевка пути склада топлива	погрузо – разгрузочн ые работы (выгрузка шпал вручную)	воздействие перемещаемых предметов (удар падающей шпалой)	1. отсутствие технологической карты 2. нарушение требований инструкций по ОТ 3. проведение работ без присутствия руководителя 4. нарушение нормативов расположения оборудования 5. несогласованные действия работников	тяжелый инвалид
9/ 10	08.06 2004  ВС	15.30  4 часа	1959  44	машинист компрессор ной установки	13 лет	станция Бугульма	ремонт путевых машин (удар ломом)	воздействие перемещаемых инструментов (отскочившего лома)	1. несоответствие технологического процесса требованиям ОТ допуск к работе без обучения и проверки знаний по ОТ 2. нарушение требований ИОТ 3. неприменение защитных очков	тяжелый инвалид
10/ 11	02.07  ПТ	16.00  8 часов	1958  45	водитель	21 год 11 мес	автомоб ильный бокс	ремонт автомобиля	воздействие, попадание в глаз инородного тела	1. нарушение последовательности выполнения работ 2. неприменение защитных очков 3. осознанное нарушение требований безопасности 4. нарушение нормативов расположения оборудования	тяжелый

11/ 12	08.07 2004  ЧТ	11.05  4 часа	1978  26	монтер пути, обходчик	2 года	перегон Филипп овка - Асекеево	текущее содержание пути (осмотр жд пути)	наезд подвижного состава	1. осознанное нарушение известных требований безопасности (передвижение в рельсовой колеи) 2. из-за маскирующего общего шума не слышал подаваемых сигналов приближающегося поезда	легкий
12/ 13	02.09  ЧТ	14.50  7 часов	1949	водитель	32 года 7 мес	авто дорога	следование на автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. выезд на полосу встречного движения	легкий
13/ 14	17.09  ПТ	09.30  2 часа	1971  33	монтер пути	4 года 11 мес	станция Базаровк	текущее содержание пути (смена шпал)	воздействие разлетающихся частиц (попадание в глаз стружки)	1. неприменение защитных очков 2. осознанное нарушение требований безопасности 3. несоответствие технологического процесса требованиям ОТ	легкий
14/ 15	18.10 2004  ПН	15.30  5 часов	1965  38	монтер пути	10 лет 5 мес	перегон Аксаково - Приютово	текущее содержание пути (смена шпал)	воздействие разлетающихся деталей, осколков	1. необеспечение работников СИЗ (защитными очками) 2. несогласованные действия работников	тяжелый
15/ 16	27.10 2004	09.45	1954 50	главный механик	7 лет 5 мес	автодоро га	следование на автомашине к месту работ	дорожно – транспортное происшествие	1. выезд на полосу встречного движения 2. отсутствие предварительной информации о метеоусловиях, о надвигающейся опасности	тяжелый
15/ 17	СБ	2 часа	1964 40	слесарь по ремонту путевых	13 лет 3 мес					легкий
15/ 18			1972 32	монтер пути	1 год 2 мес					тяжелый
15/ 19			1976 28	водитель	1 год 9 мес					легкий
16/ 20	08.11 2004  ПН 08.09 2005	10.55  3 часа	1958  45	монтер пути	1 год 4 мес	кладовая околотка	складирование оборудования (передвижной электростанци и)	воздействие перемещаемого оборудования (удар, придавливание упавшей электростанцией)	1. неудовлетворительное содержание покрытия пола	легкий
17/ 21	17.11 2004 СР 15.03 2005	10.30  3 часа	1958  46	монтер пути	1 год 2 мес	территор ия склада Вторчер мета	ремонт пути (работы по выправке пути)	удар, придавливание скатившейся металлической трубой	1. несоответствие техпроцесса требованиям ОТ 2. нарушение нормативов в организации рабочих мест	легкий

18/ 22	15.12  СР	14.00  6 часов	1977  27	монтер пути	4 года 5 мес	стрелочн ый перевод станции Кинель	текущее содержание пути (смена стыкового болта)	попадание в глаз разлетающихся материалов	1. неприменение защитных очков 2. использование приборов, инструментов, средств подмащивания и другого оборудования, не соответствующего стандартам	тяжелый
2005 год										
1.	11.03 2005  ПТ	16.00  9 часов	1950  55	машинист	6 лет 4 мес	станция Звезда	ремонт оборудовани я	зажатие между частями оборудования	1. несоблюдение последовательности выполнения работ 2. осознанное нарушение известных мер безопасности 3. несогласованные действия работников	легкий
2.	23.03  СР	13.50  4 часа	1961  44	бригадир пути	2 года 6 мес	станция Приюто во	посадка на движущийся подвижной состав	наезд подвижного состава	1. осознанное нарушение известных мер безопасности при нахождении на ж.д. путях (сход с подножки вагона до полной остановки состава)	тяжелый инвалид
3.	06.07 2005  СР	16.17  7 часов	1966  39	монтер пути	2 года 10 мес	перегон Алкино - Юматов о	текущее содержание пути (смена рельса)	зажатие между перемещаемы ми материалами	1. допуск к работе без целевого инструктажа 2. эксплуатация неисправных средств механизации 3. нарушение последовательности выполнения работ 4. самовольное производство работ 5. неправильная расстановка работников в зоне работ	тяжелый
4.	17.07 2005  ВС	10.52  3 часа	1978  26	монтер пути	6 лет 6 мес	станция Октябрь ск	работы по вырубке кустов, скашиванию травы	наезд подвижного состава	1. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 2. нахождение в опасной зоне без производственной необходимости 3. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 4. самовольное оставление рабочего места	смертель ный
5.	04.08  ЧТ	09.00  2 часа	1976  29	бригадир пути	5 мес	станция Чернико вка	ремонт пути (резка рельса)	воздействие отлетающего осколка	1. применение опасных приемов труда	тяжелый
6.	06.09 2005  ВТ	15.20  7 часов	1956  49	бригадир пути	18 лет 1 мес	рядом с пунктом обогрева	нанесение телесных повреждений (драка)	избиение посторонним	1. самовольное оставление рабочего места 2. хулиганские действия пострадавших	легкий
7.	12.09 2005  ПН 23.11. 2006	11.28  4 часа	1951  54	бригадир пути	17 лет 4 мес	полоса отвода перегона Вешкай ма – Чуфаров	спил, валка деревьев	воздействие разрушающих ся конструкций (обвал бревен)	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. допуск к работе без обучения по ОТ 3. допуск к работе без целевого инструктажа по ОТ 4. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 5. неудовлетворительное содержание территории	легкий

8.	13.09 2005 BT	10.30 2 часа	1958 46	бухгалтер	16 лет 2 мес	админис тративно е здание	посещение туалетной комнаты	падение на ровной поверхности одного уровня	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
9.	26.10 2005 CP	08.44 2 часа	1954 51	проводник пассажирск ого вагона	5 мес	станция Чаадаев ка	посадка на движущийся подвижной состав	падение с движущегося поезда, наезд подвижного состава	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ при нахождении на ж.д. путях 2. нахождение в опасной зоне без производственной необходимости 3. нахождение в состоянии алкогольного опьянения	тяжелый инвалид
2006 год										
1.	06.02 2006 ПН	16.20 7 часов	1968 37	монтер пути	2 года 8 мес	станция Дема	текущее содержание пути (очистка и смазка рельсов)	наезд подвижного состава	1. осознанное нарушение известных требований ИОТ (передвижение внутри рельсовой колеи, не слышал подаваемых сигналов) 2. выполнение работ меньшим числом работников 3. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 4. неприменение шапок со звукопроводными вставками	смертель ный
2.	13.03 2006 ПН	11.00 3 часа	1953 53	электрогазо сварщик	11 лет	станция Безенчук	ремонт пути (резка рельсовых плетей)	воздействие движущегося предмета	1. нарушение последовательности выполнения работ 2. осознанное нарушение известных требований ИОТ	тяжелый
3.	31.03 2006 ПТ	14.40 5 часов	1958 47	монтер пути	12 лет 1 мес	перегон Зуяково - Тюльма	погрузо – разгрузочны е работы	падение с высоты	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	тяжелый
4.	30.05 2006 BT	09.30 2 часа	1975 31	монтер пути	4 года	перегон Аксенов- Канаевка	текущее содержание пути (смена рельсовых плетей)	воздействие опрокидываем ой рельсовой плети	1. осознанное нарушение известных мер безопасности 2. несоответствие технологического процесса требованиям ОТ 3. несогласованные действия работников	легкий
5.	27.08 2006 BC	08.48 1 час	1948 58	монтер пути	11 лет	станция Бугульма	текущее содержание стрелочных переводов	наезд подвижного состава	1. осознанное нарушение известных требований ИОТ (передвижение внутри рельсовой колеи) 2. выполнение работ меньшим числом работников	смертель ный
6.	30.06 2006	12.50 7 часов	1966 40	бригадир пути	7 лет 11 мес	перегон Самаевка - Воденка	текущее содержание пути (смена	воздействие осколков отрезного	1. несоответствие технологического процесса требованиям ОТ 2. отсутствие локальной ИОТ 3. допуск к работе без обучения по ОТ	легкий

	ПТ						рельса)	круга	4. неприменение защитной каски	
7.	16.12 2006	08.15	1967 39	монтер пути	13 лет	автодоро га Самара – Уфа - Челябин ск	следование на автомобиле к месту производства работ	дорожно – транспортное происшествие	1. превышение установленной скорости движения 2. отсутствие предварительной информации о метеоусловиях, о надвигающейся опасности	легкий
7/8	ВС	1 час	1960 46	монтер пути	5 лет 3 мес					легкий
7/9			1978 28	монтер пути	3 года 9 мес					легкий
7/10			1954 52	монтер пути	13 лет 4 мес					легкий
7/11			1986 20	монтер пути	2 мес					легкий
7/12			1969 37	водитель	4 года					легкий
8/1 3	29.07. 2004 ПТ 12.05 2006	10.30  3 часа	1977  26	монтер пути	1 год 2 мес	станция Тумайзы	текущее содержание пути (забивка костыля)	воздействие отскочившего металлическог о предмета (костыля)	1. неприменение защитных очков 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	тяжелый
9/1 4	30.11 2006  ЧТ	08.30  1 час	1974  32	дорожный мастер	1 мес	автодоро га Малячкино – Октябрьск	следование на работу на личном автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение ПДД выезд на полосу встречного движения	тяжелый
2007 год										
1.	16.02. 2007  ПТ	17.10  9 часов	1966  41	дежурный по поезду	13 лет	помещение поездного поста	дежурство на ж.д. поезде	нападение, избиение посторонними	1. физическое воздействие на работника ж.д. транспорта со стороны посторонних лиц (противоправные действия)	легкий
2.	30.03 2007  ПТ	10.50  3 часа	1983  23	монтер пути	10 мес	перегон Чишмы – Шингак- Куль	текущее содержание пути (разрядка напряжений в рельсах)	спотыкание, падение на поверхности одного уровня	1. отсутствие технологической карты 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
3.	14.04 2007  СБ	14.52  5 часов	1967  39	бригадир пути	9 лет 1 мес	перегон Юматово – Блок- пост	текущее содержание пути (выправка)	спотыкание, падение на поверхности одного уровня	1. осознанное нарушение известных мер безопасности при нахождении на ж.д. путях (нахождение на железнодорожном пути при проследовании поезда по смежному пути)	легкий

4.	07.09 2007  ПТ	12.45  4 часа	1967  40	тракторист	5 лет 10 мес	полоса отвода	очистка полосы отвода от древесно- кустарников	воздействие отскочившими разлетающими материалами	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
5.	21.09 2007  ПТ	11.00  4 часа	1971  36	дорожный мастер	2 года 11 мес	перегон Безенчук - Майтуга	производств о работ путевой машиной	воздействие движущихся частей оборудования	1. осознанное нарушение известных мер безопасности 2. применение опасных приемов труда	легкий
6.	10.08 2007  ПТ	10.30  3 часа	1944  63	водитель автомобил я	45 лет	автодоро га Чишмы - Белое	перевозка дизельного топлива	повреждения в результате контакта с насекомым	1. физическое воздействие со стороны животных (удар в глаз насекомым)	тяжелый
7.	16.10 2007  ПТ	13.30  4 часа	1972  35	монтер пути	1 мес	станция Приюто во	смена крестовины стрелочного перевода	воздействие отскочивших захватных клещей	1. допуск к работе без обучения и проверки знаний требований ОТ 2. эксплуатация г/п машин с неисправными предохранительными устройствами	тяжелый
8.	19.10 2007  ПН	16.10  8 часов	1965  46	ремонтник ИССО	11 мес	перегон Заволжье- Ульяновск ж.д.мост	текущее содержание пути (смена дефектных рельсов)	падение с высоты, утопление и погружение в воду	1. допуск к работе без обучения по ОТ 2. нахождение в состоянии алкогольного опьянения 3. осознанное нарушение известных мер (передвижение внутри рельсовой колеи) 4. применение опасных приемов труда	смертель ный
9.	27.09   ЧТ	09.30  1 час	1977  30	бригадир пути	1 год	станция Рузаевка	погрузо – разгрузочны е работы	падение с высоты (путевой машины)	1. допуск к работе без целевого инструктажа 2. несогласованные действия работников 3. нарушение требований инструкция по ОТ 4. самовольное производство работ	легкий
10.	27.11 2007  ВТ	10.30  2 часа	1956  51	монтер пути	20 лет	подъезд ные пути станции Тумайзы	погрузо – разгрузочн работы (выгрузка щебня)	воздействие отскочившей кувалдой	1. нарушение последовательности выполнения работ 2. выполнение работ меньшим числом работников 3. осознанное несоблюдение известных мер безопасности , 4. несоответствие используемых машин, механизмов, инструмента выполняемым работам	тяжелый
11.	29.11 2007  ЧТ	13.20  5 часов	1953  54	бухгалтер	4 года 4 мес	территор ия ИВЦ Самара	следование территории предприятия	падение на поверхности одного уровня	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
12.	07.12   ПТ	08.33  1 час	1984  23	монтер пути	2 мес	станция Алкино	очистке от снега стрелочного перевода	наезд подвижного состава	1. проведение работ без выставления сигналиста 2. нахождение в состоянии алкогольного опьянения 3. осознанное несоблюдение известных мер безопасности (несвоевременный сход с ж.д. пути при приближении ПС)	смертель ный

13.	12.12 2007  BC	16.30  6 часов	1970  37	монтер пути	3 мес	станция Стерлит амак	текущее содержание пути (перешивка)	попадание в глаз инородного тела	1. неприменение защитных очков 2. несогласованные действия работников	тяжелый
2008 год										
1.	27.12 2007 BC 21.01 2008	11.00  2 часа	1970  37	монтер пути	1 год 10 мес	перегон Иглино - Тавтима ново	текущее содержание пути (выправка пути)	попадание в глаз инородного тела	1. неприменение защитных очков	тяжелый
2.	19.02 2008  BT	10.15  1 час	1958  47	водитель	10 мес	автодоро га Аксаково - Надежд	следовани е на автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. превышение установленной скорости движения 2. отсутствие предварительной информации о метеоусловиях, о надвигающейся опасности	легкий
3.	25.02 2008 ПН	11.50  4 часа	1978  27	монтер пути	4 года 10 мес	станция Курумоч	выгрузка шпал из полувагона	падение с высоты на торчащий лом	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
4.	14.03	12.05	1954 53	монтер пути	19 лет 3 мес	перегон Усень - Кандры	текущее содержание пути (снятие клеммных болтов)	воздействие движущихся предметов (выброс, удар рельсовой плетью)	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 2. отсутствие технологической карты	легкий
4/5	ПТ	4 часа	1977 30	монтер пути	5 мес					
4/6			1962 42	монтер пути	12 лет 4 мес					
5/7	18.07 2008  ПТ	13.50  0 часов	1961  44	дорожный мастер	13 лет	перегон Кузоват ово - Налейка	ремонт пути (устранение неисправнос тей)	попадание в глаз инородного тела	1. неприменение защитных очков 2. применение опасных приемов в работе	тяжелый
6/8	18.07  ПТ	14.10  6 часов	1950  58	монтер пути	2 года	станция Рузаевка	следование по ж.д. путям	падение на поверхности одного уровня	1. осознанное несоблюдение известных мер безопасности при нахождении на ж.д. путях	тяжелый
7/9	13.08	13.00	1979 26	монтер пути	1год 2 мес	перегон Воеводс кое – Сура	текущее содержание пути (замена рельсовой плети)	воздействие, удар отскачившим предметом (рельсовой плетью)	1. неудовлетворительная организация и контроль за производством работ 2. применение опасных приемов в работе 3. нарушение последовательности выполнения работ	тяжелый
7/10	CP	5 часов	1979 26	монтер пути	3 года 11 мес					
7/11			1978 27	монтер пути	1 год 2 мес					
7/12			1965 40	монтер пути	3 мес					

7/13			1959 46	монтер пути	18 лет 6 мес						легкий
7/14			1963 42	монтер пути	3 года 3 мес						легкий
7/15			1959 46	монтер пути	4 года 7 мес						легкий
7/16			1965 40	монтер пути	5 лет 6 мес						легкий
7/17			1952 53	монтер пути	4 года 1 мес						легкий
7/18			1978 27	монтер пути	9 мес						легкий
8/19	10.09 СР	14.45 6 часов	1959 46	дорожный мастер	7 мес	полоса отвода перегона Блок- Тумайзы	работы по обрезке кустов в полосе отвода	попадание в глаз разлетающихс я отскочивших частиц - щебня	1. неприменение защитных очков 2. применение опасных приемов в работе		тяжелый
9/20	06.11 ПН	15.30 7 часов	1976 28	бригадир пути	9 мес	станция Безьян ка	выгрузка рельсов с мотовоза	воздействие отскочившим рельсом	1. нарушение последовательности выполнения работ 2. несогласованные действия работников 3. применение опасных приемов в работе 4. допуск к работе без обучения и проверки знаний по ОТ 5. нарушение нормативов расположения оборудования		легкий
10/ 21	27.04. 2006, ЧТ 21.11	15.30 7 часов	1981 24	наладчик машин и механизмов	3 года 7 мес	здание компрес сорной дистанц ии пути	техобслужив ание компрессора	воздействие разлетающихс я деталей, обрабатываем ых изделий	1. допуск к работе без обучения и проверки знаний по ОТ 2. низкое качество проведения целевого инструктажа 3. отсутствие утвержденного технологического процесса 4. отсутствие локальной ИОТ на производство работ 3. неприменение защитных очков		тяжелый
11/ 22	13.12 СБ	14.05 5 часов	1981 27	бригадир пути	2 мес	перегон Октябрь ск – Сызрань 1	текущее содержание пути (смена резиновых прокладок)	контактный удар проходящим локомотивом	1. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 2. проведение работ без выставления сигналиста 3. нарушение ИОТ при нахождении на ж.д. путях (несвоевременный уход с пути на безопасное расстояние) 4. нахождение пострадавшего в алкогольном опьянении		легкий
12/ 23	15.01 2008 ВТ	04.10 8 часов	1982 25	машинист мотовоза	2 года 1 мес	станция Иглино	техническое обслуживан ие путевых машин	термический ожог, скольжение, падение на поверхности	1. нахождение пострадавшего с состоянием алкогольного опьянения 2. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 3. неприменение защитной спецодежды, спецобуви		тяжелый



13/ 24	20.02  СР	17.50  9 часов	1971  37	машинист компрессор ной установки	5 лет 8 мес	помеще ние компрес сорной	спуск с лестницы	падение с высоты (со станционной лестницы)	1. нахождение пострадавшего с состоянием алкогольного опьянения 2. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 3. неудовлетворительное техническое состояние лестниц	смертель ный
2009 год										
1.	25.12. 2008 ЧТ 19.02 2009	12.00  3 часа	1984  24	монтер пути	2 года 6 мес	перегон Чернико вка - Уфа	текущее содержание пути (расшивка костылей)	физические перегрузки	1. тяжесть трудового процесса, связанная с вынужденными наклонами корпуса	легкий
2.	31.03  ВТ	10.20  3 часа	1985  23	монтер пути	2 года 10 мес	станция Аллагув ат	текущее содержание стрелочного перевода	воздействие отлетевшего отрезного диска	1. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 2. отсутствие технологической карты 3. нарушение требований ИОТ	легкий
3.	14.04 2009  ВТ	14.40  6 часов	1986  23	помощник машиниста	6 лет 5 мес	станция Разъезд № 2	погрузо – разгрузочны е работы (складирова ние рельсов)	воздействие, удар падающим перемещаемы м предметом	1. несогласованные действия работников 2. нарушение последовательности выполнения работ 3. эксплуатация г/п машин с неисправными предохранительными устройствами 4. допуск к работе без обучения и проверки знаний ОТ	тяжелый
4.	22.04  СР	13.20  5 часов	1964  45	машинист экскаватора	18 лет 1 мес	полоса отвода	обрубка кустов	воздействие отскочившим кустарником	1. использование работающего не по специальности 2. неприменение защитных очков 3. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
5.	28.04. 2009 СБ	07.10  0 часов	1980  28	монтер пути	9 лет 4 мес	станция Елюзань	переноска грузов вручную	падение, зажатие ноги	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
6.	08.05 2009 ПТ	12.10  4 часа	1983  25	монтер пути	3 года	станция Елховка	переноска и складирова ние грузов вручную	падение на ровной поверхности одного уровня	1. неудовлетворительное содержание рабочих мест (неисправность пола помещения) 2. общее заболевание	легкий
7.	04.06  ЧТ	14.10  4 часа	1955  53	монтер пути	8 лет 3 мес	станция Косяков ка	текущее содержание пути (смена шпал)	потеря сознания, падение, удар рельс	1. общее заболевание (эпилепсия, гипертоническая болезнь)	легкий
8.	08.06 2009  ПН	13.45  5 часов	1985  24	помощник машиниста мотовоза	6 мес	станция Дема	нахождение на платформе крана	поражение электротоком	1. самовольное производство работ 2. неприменение знаков безопасности 3. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ	смертель ный

9.	05.05 2009	13.20  4 часа	1967 42	монтер пути	1 год 10 мес	перегон Раевка - Шафран ово	текущее содержание пути (смена рельсов)	воздействие отскочившим рельсом	1. нарушение последовательности технологического процесса 2. проведение работ без присутствия ответственного руководителя 3. неправильная расстановка работников в зоне производства работ	тяжелый
9/10	ВТ		1962 46	монтер пути	6 лет 2 мес					тяжелый
10/ 11	07.08 2009  ПТ	09.52  2 часа	1978  31	помощник машиниста	1 год 2 мес	перегон Защипик ово- Ковылки но	глубокая очистка балласта	воздействие движущегося подвижного состава	1. самовольное производство работ 2. несоответствие технологического процесса требованиям ОТ 3. проведение работ без присутствия ответственного лица 4. нарушение ИОТ при нахождении на ж.д. (передвижение на междупутье во время прохода поезда по смежным путям)	смертель ный
11/ 12	08.07 2009 ВТ	06.30  10 часов	1974  34	сигналист	1 год 4 мес	станция Сызрань - 1	текущее содержание стрелочных переводов	спотыкание, падение на поверхности одного уровня	1. нарушение требований ОТ, личной ТБ 2. отсутствие схем маршрутов служебных проходов	легкий
12/ 13	29.07 2009  СР	15.30  7 часов	1973  36	вальщик леса	6 лет 2 мес	полоса отвода станции Царевщи	вырубка в полосе отвода	соскальзывани е, падение на уклонной поверхности	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
13/ 14	25.08 2009  ВТ	14.42  6 часов	1957  52	ремонтник ИССО	14 лет	полоса отвода Разинск - Чагра	смена режущего оборудовани я кустореза	воздействие режущих вращающихся материалов	1. неудовлетворительная организация и контроль за производством работ 2. неприменение средств механизации, предусмотренных технологическим процессом	легкий
14/ 15	23.09 2009  СР	09.24  1 час	1978  31	монтер пути	4 года 5 мес	перегон Чернико вка - Шакра ж.д.мост	текущее содержание пути (затяжка болтов)	наезд подвижного состава, падение с высоты	1. осознанное несоблюдение известных мер безопасности при нахождении на ж.д. путях (передвижение внутри рельсовой колеи) 2. нахождение в состоянии алкогольного опьянения	смертель ный
15/ 16	16.12 2009  СР	10.03  2 часа	1980  29	ремонтник ИССО	10 лет 1 мес	перегон Толкай - Подбель ская	текущее содержание пути (смена пролетного строения моста)	падение с высоты (с моста на насыпь)	1. проведение работ без присутствия ответственного руководителя 2. отсутствие ограждения места работ, находящегося на высоте 3. самовольное производство работ 4. осознанное несоблюдение известных мер безопасности 5. нарушение последовательности выполнения работ	тяжелый
16/ 17	09.06 2009 ЧТ	13.20  5 часов	1982  23	монтер пути	11 мес	подъезд ные пути Энергия	обрезка кустарника	воздействие вращающихся механизмов кустореза	1. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 2. нарушение требований ИОТ	легкий

17/ 18	18.12. 2009  ПТ	15.45  6 часов	1953  56	монтер пути	12 лет 1 мес	станция Раевка	текущее содержание пути (расшивка пути)	попадание в глаз инородного тела	1. неприменение защитных очков 2. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	легкий
2010 год										
1.	20.10. 2010 СР	11.57  3 часа	1957  53	монтер пути	2 год 6 мес	база ПМС	погрузо – разгрузочные работы	падение с высоты	1. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
2.	12.04 2010  ПН	10.30  2 часа	1983  27	ремонтник ИССО	4 года 5 мес	полоса отвода Патрике - Барыш	очистка трубы от деревьев и кустарника	воздействие спиленной частью дерева	1. неприменение защитной каски 2. неприменение защитных очков 3. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
3.	01.07 2010 ЧТ	17.15  7 часов	1977  33	монтер пути	1 год 8 мес	перегон Талды Булак- Абдулино	текущее содержание пути	воздействие контактный удар ломом	1. нарушение последовательности работ 2. неприменение защитных очков 3. применение опасных приемов труда	тяжелый
4.	09.07 2010  ПТ	09.30  1 час	1952  58	монтер пути	17 лет 1 мес	станция Мастрю ково	спуск по лестнице путеремонто й машины	падение с высоты	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 2. низкое качество проведение целевого инструктажа	легкий
5.	29.07 2010  ЧТ	16.35  7 часов	1956  54	монтер пути	17 лет	полоса отвода Аша - Миньяр	обрезка кустарников	воздействие кусторезом	1. отсутствие технологической карты 2. допуск к работе без проведения целевого инструктажа по ОТ 3. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 4. эксплуатация неисправного оборудования	тяжелый
6.	19.10 2010  ВТ	09.57  1 час	1984  26	помощник машиниста	11 мес	станция Ковылки но	обслуживан ие путевой машинной станции	захват, защемление ноги между движущейся ПМС и железобетонно й шпалой	1. несогласованные действия работников 2. выполнение работ меньшим числом работников, чем предусмотрено технологическим процессом 3. проведение работ без присутствия ответственного руководителя 4. допуск к работе без стажировки 5. несовершенство технологического процесса	тяжелый
7.	17.12 2010  ПТ	08.40  3 часа	1961  49	вальщик леса	30 лет 5 мес	полоса отвода перегона Майна - Выры	спил деревьев и кустарников бензомоторн ой пилой	воздействие движущегося предмета (спиленной частью дерева)	1. нарушение требований ИОТ 2. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	легкая

2011 год										
1.	09.02.2011 СР	09.07 1 час	1969 41	инженер по подготовке кадров	1 год 2 мес	ст. Рачейка	следование по ж.д. путям на посадочную платформу	наезд подвижного состава	1. самовольное производство работ 2. отсутствие утвержденной технологической карты 3. заснеженность проходов 4. допуск к работе без проведения целевого инструктажа 5. осознанное нарушение требований ИОТ при нахождении на ж.д. путях (передвижение по междупутью во время прохода поездов по смежным путям) 6. нарушение маршрута служебного прохода	смертельный
2.	12.04.2011 ВТ	08.50 1 час	1976 34	помощник машиниста автоматрисы	2 года	платформа мотовоза	погрузо – разгрузочные работы	падение, обрушение перемещаемого груза	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 2. неприменение защитной спецодежды	легкий
3.	11.05.2011 СР	09.15 1 час	1963 48	монтер пути	10 лет 9 мес	путевая машина	заправка масловоздушного резервуара	воздействие перемещаемых предметов, разлетающихся деталей	1. самовольное производство работ 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 3. низкое качество проведения целевого инструктажа	легкий
4.	12.06.2011 ВС	16.52 7 часов	1980 31	сигналист, и.о. дежурного по переезду	1 год 11 мес	помещение поста ж.д. переезда	следование по ж.д. путям	падение на ровной поверхности одного уровня	1. неприменение защитной специальной обуви 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
5.	05.07.2011 ВТ	14.55 5 часов	1990 21	ремонтник ИССО	9 мес	панель ж.д. моста	замена огнетушителей	удар отскочившей головкой ЗПУ огнетушителя	1. допуск к работе без обучения и проверки знаний ОТ 2. осознанное нарушение требований ОТ 3. эксплуатация неисправного оборудования, не прошедшего ТО	тяжелый
6.	07.07.2011 ЧТ	07.50 1 час	1989 22	монтер пути	1 год 11 мес	перегон Кинель - Алексеевская	ремонт ж.д. пути (замена рельсовой плети)	контактный удар отколовшимся осколком инструмента	1. применение опасных приемов труда 2. несогласованные действия работников 3. неприменение средств механизации, предусмотренных технологическим процессом	тяжелый
7.	18.07.2011 ПН	14.10 6 часов	1958 52	помощник машиниста	1 год 2 мес	путевая машина станции Октябрьск	осмотр неисправного механизма путевой машины	воздействие вращающихся механизмов	1. самовольное производство работ 2. несогласованные действия работников 3. использование работающего не по специальности 4. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий

8.	19.08 2011 ПТ	11.00 3 часа	1956 55	монтер пути	12 лет 3 мес	перегон Дема- Уфа, ж.д.мост	очистка полосы отвода от кустов	удар движущимся отлетевшим щебнем	1. неприменение защитных очков 2. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	тяжелый
9.	03.10 ПН	12.30 4 часа	1987 24	помощник машиниста	1 год	крыша полуваго на	чистка окон полувагона снегоубороч ного поезда	поражение электротоком	1. низкое качество обучения работника по ОТ 2. допуск к работе без целевого инструктажа 3. самовольное производство работ 4. использование работающего не по специальности 5. применение опасных приемов труда 6. неприменение защитной специальной одежды и обуви	тяжелый
10.	10.10 2011 ПН	01.36 5 часов	1958 52	дежурная по переезду	19 лет 7 мес	помеще ние переездн поста	нападение, проникающее ножевое ранение	убийство	1. физическое воздействие на работника ж.д. транспорта со стороны посторонних лиц (противоправные действия)	смертель ный
11.	20.12 2011 ВТ	11.08 3 часа	1975 36	монтер пути	8 лет 5 мес	стрелочн ый перевод станции Базарная	шлифовка крестовины стрелочного перевода	наезд подвижного состава	1. неприменение средств ограждения места производства работ 2. нарушение установленного порядка ограждение места производства работ на ж.д. путях 3. проведение работ без выставления сигналиста 4. осознанное нарушение требований ОТ (нахождение внутри рельсовой колеи) не слышал приближающегося ПС	смертель ный
2012										
1.	13.01. 2012 ПТ	10.23 1 час	1987 24	ремонтник ИССО	1 год 5 мес	перегон Дема- Уфа, ж.д.мост	ремонт пути одиночная смена мостового бруса	падение с высоты (с моста на лед реки)	1. нарушение срока обучения перед допуском работника 2. проведение работ без присутствия руководителя 3. несоответствие утвержденного техпроцесса требованиям ОТ 4. самовольное производство работ 5. неправильное применение предохранительного пояса	смертель ный
2.	12.04 2012 ЧТ	17.12 1 час	1989 22	монтер пути	9 мес	стадион Локомот ив Самара	спортивные игры (игра в мини – футбол)	падение на ровной поверхности одного уровня	1. нарушение требований инструкций по ОТ (личная неосторожность – подвернул ногу при проведении спортивных игр)	легкий
3.	24.09 2012 ПН	11.45 3 часа	1968 44	монтер пути	12 лет 10 мес	станция Шугуро вка, здание АБК	курение в неустановле нном месте	повреждения при возгорании легковоспламе няющихся веществ	1. самовольное производство работ 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 3. нарушение требований пожарной безопасности (курение в неустановленном месте)	легкий
3/4			1982 29	монтер пути	8 лет 2 мес					легкий

4/5	06.04 2012  ПТ	09:40  3 часа	.1963  48	сигналист	3 года 9 мес	трамвай ные пути Самара	следование в трамвае в служебных целях	дорожно – транспортное происшествие, придавливание автомобилем	1. нарушение ПДД выезд на встречную полосу	смертель ный
5/6	13.08 2012  ПН	13:45  6 часов	1982  29	монтер пути	8 лет	перегон Аллагув ат - Стерлит амак	ремонт пути (демонтаж рельсошпал ьной решетки)	защемление передвигающе мся предметом	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
2013										
1.	11.02 2013  ПН	22.46  2 часа	1979  33	монтер пути	5 лет 6 мес	станция Дема	очистка от снега стрелочных переводов	падение на поверхности одного уровня	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ 2. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 3. нарушение маршрута служебного прохода	легкий
2.	19.04 2013  ПТ	13.30  4 часа	1990  22	монтер пути	2 года 4 мес	жд пути и междупу тья станции	текущее содержание пути (кантование рельса вручную)	воздействие перемещаемых грузов (придавливани е рельсом)	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. применение опасных приемов труда 3. неправильная расстановка работников 4. низкое качество целевого инструктажа по ОТ 5. несогласованные действия работников 6. нарушение последовательности выполнения работ	легкий
3.	18.09 2013  СР	15.30  39	1975  38	монтер пути	18 лет 8 мес	автодоро га в районе Сызрани	следование на автомобиле пассажиром	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение ПДД превышение установленной скорости движения	тяжелый
4.	09.08. 2013  ПТ	15:30  7 часов	1954  59	монтер пути	17 лет 5 мес	помещен ие столярно го цеха	работа на станочном оборудовани	воздействие вращающихся детале	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. эксплуатация неисправного рабочего оборудования 3. неприменение средств коллективной защиты от воздействия механических факторов 4. применение опасных приемов труда	тяжелый
5.	24.09 2013  ВТ	09:10  2 часа	1973  40	монтер пути - стропальщ ик	1 год	территор ия станции Пенза ПМС	укладка деревянных прокладок в кузове автомобиля	падение с высоты (при разности уровня высот)	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. проведение работ без присутствия руководителя 3. самовольное производство работ 4. несогласованные действия работников 5. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	тяжелый

6.	02.10. 2013 СР	10:20  3 часа	1070  42	машинист крана	6 лет 3 мес	станция Сызрань	ремонт пути, управление краном	поражение электротоком	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
7.	21.10. 2013 ПН	15:20  5 часов	1973  40	машинист хоппер – дозаторной вертушки	5 лет 8 мес	перегон Разъезд 626 - Веводско е	погрузо – разгрузочные работы	зажатие колесом движущегося подвижного состава	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. несовершенство технологического процесса 3. несоответствие утвержденного технологического процесса требованиям нормативных документов по ОТ 4. нахождение в состоянии алкогольного опьянения	тяжелый
8.	16.12. 2013 ПН	14:54  6 часов		монтер пути	8 лет 5 мес	производст венная база станции Базаровка	погрузо – разгрузочны е работы (выгрузка рельсов)	воздействие перемещаемого груза, зажатие движущимися машинами, детальями	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. несогласованные действия работников 3. выполнение работ меньшим числом работников, чем предусмотрено технологическим процессом 4. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	тяжелый
2014										
1.	25.09. 2013 СР	10:40  1 час	1984  29	монтер пути	3 года 2 мес	авто дорога Аксаково Аксеново	следование на автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение ПДД выезд на встречную полосу	смертель ный
2.	12.05. 2014 ПН	14:00  5 часов	1977  37	ремонтник ИССО	13 лет 6 мес	жд мост через р. Крымза	ремонт искусственн ых сооружений (деревянн ого настила металлическ ого моста)	падение с высоты	1. нарушение последовательности выполнения работ, операций, установленных технологическим процессом 2. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 3. неправильное неприменение предохранительных поясов 4. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него	смертель ный
3.	02.06. 2014 ПН	11:25  3 часа	1973  41	оператор дефектоско пной тележки	16 лет 2 мес	автодорога Сызрань- Шигоны-	следование на служебном автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение ПДД превышение установленной скорости движения	тяжелый
4.	07.04 2014 ПН	14:30  2 часа	1977  36	комплектов щик изделий и инструмента	7 лет	автодорога Кинель - Богатое	следование на служебном автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение ПДД выезд на встречную полосу	легкий

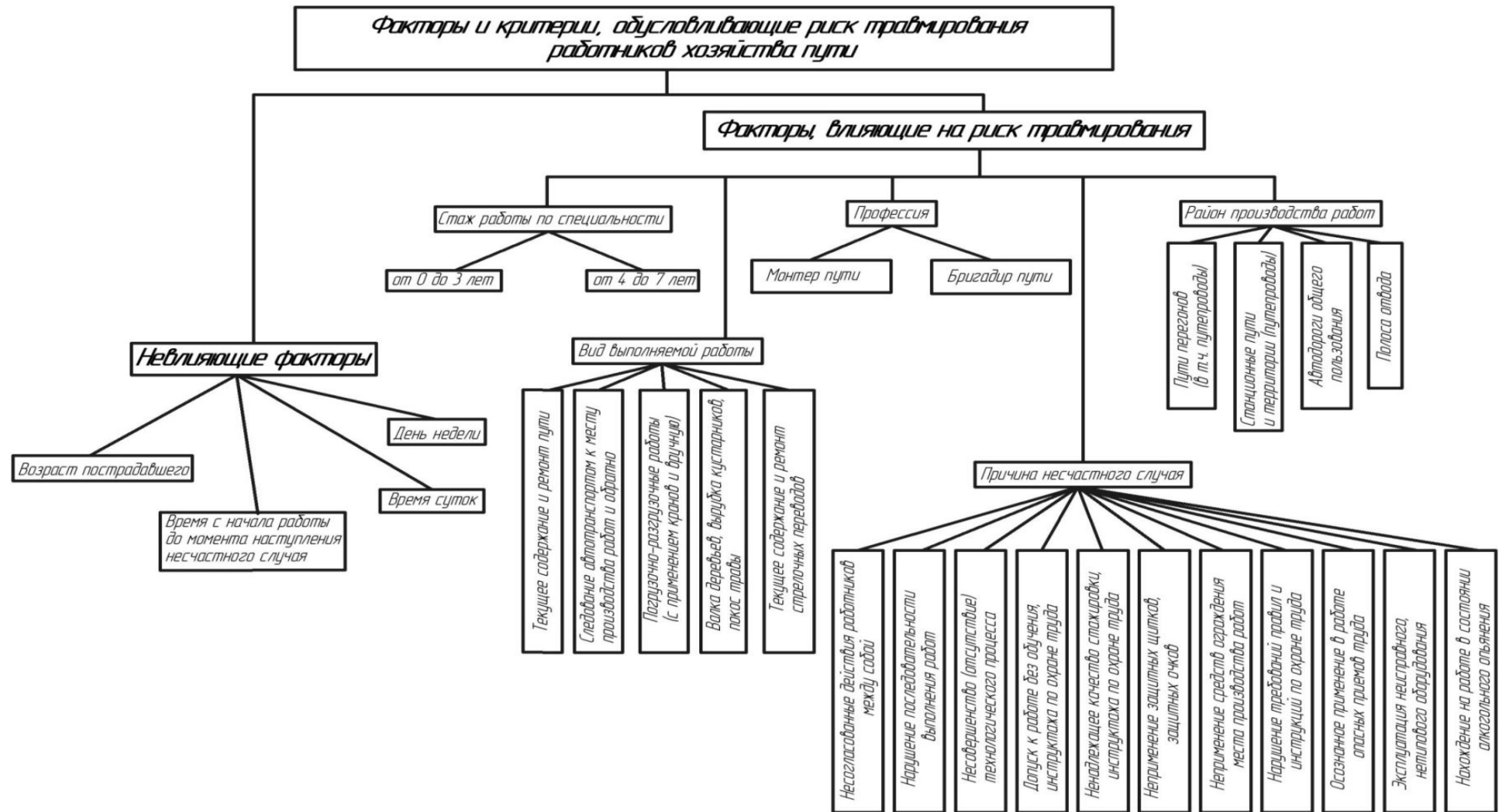
5.	03.11 2014  ПН	23:30  4 часа	1989  25	помощник машиниста	7 мес	перегон Алкино - Чишмы	погрузо – разгрузочны е работы	спотыкание, падение на поверхности одного уровня	1. нарушение требований ИОТ, личной ТБ	легкий
2015										
1.	23.03. 2015  ПН	15:20  7 часов	1961  54	наладчик жд- строительных машин	18 дней	авто дорога Зайнск- Челны	следование на служебном автомобиле	дорожно – транспортное происшествие	1. превышение установленной скорости движения безрельсовых транспортных средств	тяжелый
2.	02.06. 2015  ВТ	10.00  4 часа	1979  36	монтер пути	12 лет 8 мес	станция Смышля евка	текущее содержание пути (смена рельсов)	попадание в глаз инородного тела	1. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 2. несоответствие инструмента выполняемым работам 3. неприменение защитных очков 4. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	тяжелый
3.	04.06. 2015  ЧТ	11:10  3 часа	1961  54	монтер пути	18 лет 5 мес	перегон Зубова- Поляна- Потьма	текущее содержание стрелочного перевода	воздействие отколовшейся частью механизма	1. эксплуатация неисправных машин 2. неприменение защитных очков	тяжелый
4.	24.06. 2015  СР	15.50  6 часов	1992  23	монтер пути	1 год 7 мес	станция Приютово	складирован ие отработанны х рельсовых плетей)	воздействие перемещаемы м предметом (рельсовой плетью)	1. отсутствие утвержденного технологического процесса 2. нарушение требований по складированию грузов 3. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 4. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него 5. нарушение требований инструкций по ОТ, личной ТБ	легкий
5.	28.07. 2015  ВТ	15.08  7 часов	1983  32	монтер пути	3 года 2 мес	район стрелочн ого перевода станции Дема	погрузо – разгрузочные работы	удар, придавливание инструментами, приспособ лениями	1. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности 2. нарушение последовательности выполнения работ, операций, установленных технологическим процессом 3. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него	тяжелый
6.	03.09. 2015  ЧТ	10:25  2 часа	1965  50	электрогазо сварщик	3 года 8 мес	произво дственная база мастерск их станции Безенчук	погрузо – разгрузочны е работы	воздействие движущейся машины (придавливание трактором)	1. самовольное (без разрешения руководителя) производство работ, которые не поручались 2. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности 3. несогласованные действия работников 4. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него 5. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ	легкая



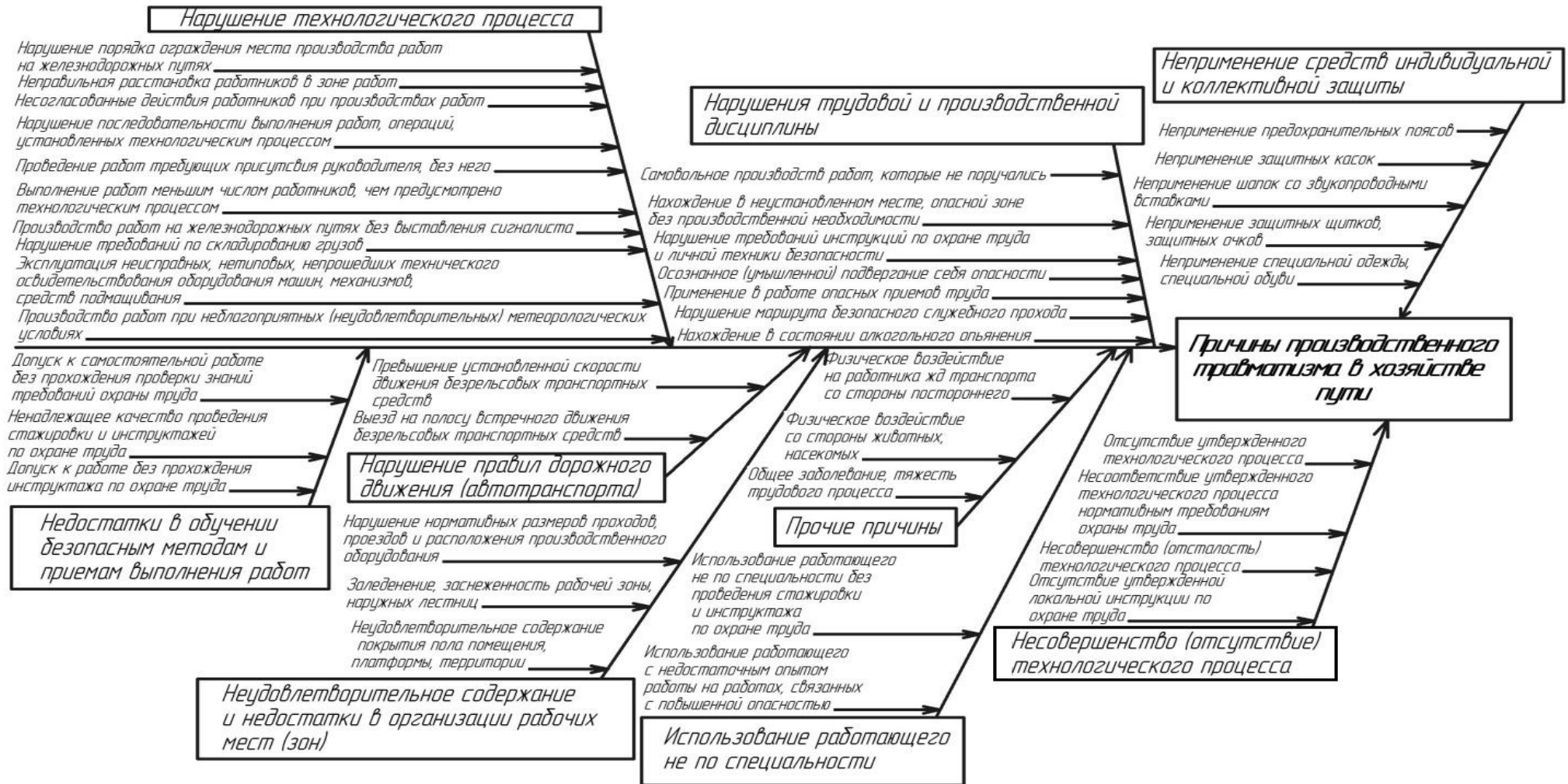
7.	09.10. 2015  ПТ	11:50  3 часа	1992  23	монтер пути	1 год 7 мес	полоса отвода перегона Рузаевка - Пишля	очистка полосы отвода от травы и кустов	воздействие движущихся частей рабочего оборудования (кустореза)	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. эксплуатация неисправных машин 3. несоответствие используемых машин, механизмов выполняемым работам 4. допуск к работе без обучения и проверки знаний по охране труда	тяжелый
8.	23.07. 2015  ЧТ	09:40  0 часов	1960  54	монтер пути	20 лет 3 мес	база ПМС станции Раевка	ремонт стрелочного перевода (раскручива ние болтов)	воздействие, удар отскачившим оборудовани ем	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. эксплуатация неисправных машин 3. несоответствие используемых механизмов выполняемым работам 4. нарушение требований инструкций по ОТ, личной ТБ	легкий
9.	23.10 2015  ПТ	03:15  8 часов	1984  30	монтер пути	7 лет 6 мес	перегон Аксаково - Приютов	ремонт пути (укладка рельсошпал ьной решетки)	зажатие между движущимися механизмами	1. неудовлетворительная организация работ и контроль за производством работ 2. нарушение последовательности выполнения работ, установленных технологическим процессом 3. неприменение средств коллективной защиты от воздействия механических факторов 4. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	тяжелый
2016										
1.	24.01. 2016 ВС	13:12  5 часов	1970  45	монтер пути	16 лет 1 мес	станция Кашпир	очистка стрелочных переводов	наезд подвижного состава	1. осознанное несоблюдение известных мер безопасности 2. самовольное производство работ 3. неприменение средств ограждения места работ на жд путях	смертель ный
2.	12.05. 2016 ЧТ	16:10  7 часов	1959  47	монтер пути	6 лет 9 мес	производ участок	погрузо- разгрузочные работы	воздействие перемещаемым контррельсом	1. отсутствие утвержденной технологического процесса или его несоответствие требованиям ОТ карты 2. нарушение требований инструкций по ОТ, личной ТБ	тяжелый
3.	13.06. 2016  ПН	15:18  6 часов	1974  42	обходчик контролер пути	2 года 4 мес	перегон Равтау- Приурал ье	текущее содержание пути (осмотр дефектоскоп тележкой)	падение спрыгивание) с движущегося подвижного состава	1. низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ 2. осознанное несоблюдение известных мер безопасности	легкий
4.	01.03 .2016  ПН	10.30  2 часа	1970  42	кузнец на молотах и прессах	4 года 6 мес	кузнечн ый цех	техосмотр обслужива ние оборудован	воздействие движущихся. предметов и деталей	1. отсутствие утвержденной технологического процесса или его несоответствие требованиям ОТ карты 2. нарушение технологического процесса 3. применение опасных приемов труда 4. низкое качество проведения целевого инструктажа ОТ	легкий

5.	02.09. 2016  СБ	03:20  3 часа	1967  49	машинист жд – строительн ой машины	11 мес	остановка обществен ного авто транспорта	следование по обочине автодороги	дорожно – транспортное происшествие	1. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности	легкий
6.	13.10. 2016  ЧТ	11:15  4 часа	1964  52	помощник машиниста жд – строительн ой машины	5 мес	погрузо – разгрузоч ная площадка территории ПМС	погрузо – разгрузочные работы	воздействие движущейся машины (придавливани е колесом движущегося поезда)	1. состоянии алкогольного опьянения 2. нарушение последовательности выполнения работ, операций, установленных технологическим процессом 3. осознанное несоблюдение известных мер безопасности при нахождении на ж.д. путях низкое качество проведения целевого инструктажа по ОТ	тяжелый
7.	14.10. 2016  ПТ	11:20  3 часа	1977  39	монтер пути	8 лет 9 мес	станция Студенец	очистка зарослей кустарника вдоль жд пути триммер кусторежом	воздействие движущихся, вращающихся предметов, деталей, машин	1. нахождение в самовольное (без разрешения руководителя) производство работ, которые не поручались 2. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности 3. несогласованные действия работников 4. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него 5. проведение работ, требующих присутствия руководителя работ, без него 6. нарушение требований инструкций по охране труда, личной техники безопасности	тяжелый

### Факторы, обуславливающие риск травмирования работников хозяйства пути



### Диаграмма Исикавы – причины производственного травматизма в хозяйстве пути



## Приложение 4

**ВЕДОМОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧЕТА  
рисков травмирования на рабочем месте**

в \_\_\_\_\_  
(наименование организации)  
от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

1					
	<i>(фамилия, имя, отчество работника)</i>				
2					
	<i>(наименование профессии (должности) работника)</i>				
3					
	<i>(стаж работы по специальности)</i>				
4	<b>Нарушения требований охраны труда</b>				
	Код	Наименование нарушений требований охраны труда	Весовые коэффициенты		
			$B_i$ легк	$B_i$ тяж	$B_i$ смер
4.1					
4.2					
4.3					
4.4					
	Суммы весовых коэффициентов совокупности нарушений требований охраны труда				
5	<b>Прогноз рисков травмирования по уровню частоты их возникновения</b>				
	Баллы	Уровень частоты $R_{тр}$	Описание $R_{тр}$		
6	<b>Прогноз уровней рисков травмирования по степени их воздействия</b>				
6.1	Индекс $R_{тр}$	Уровень $R_{тр}$			
7	<b>Превентивные мероприятия по управлению профессиональными рисками</b>				
	Уровень $R_{тр}$	Меры воздействия и ответственность	Меры взыскания		
7.1					
8	<b>Мероприятия по устранению выявленных нарушений требований охраны труда</b>				
	Наименование мероприятия по устранению нарушений требований охраны труда		Ответственный за устранение	Срок устранения	
8.1					
8.2					
8.3					
8.4					

**Должностные лица, проводившие проверку:**

_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>
_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>
_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>

**ВЕДОМОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧЕТА  
рисков травмирования на рабочем месте в**

*(наименование организации)*

от «      »      201    г.

1	Иванов Иван Иванович <i>(фамилия, имя, отчество работника)</i>				
2	МОНТЕР ПУТИ <i>(наименование профессии (должности) работника)</i>				
3	1 год 6 мес <i>(стаж работы по специальности)</i>				
4	Нарушения требований охраны труда				
	Код	Наименование нарушений требований охраны труда	Весовые коэффициенты		
			$B_i$ легк	$B_i$ тяж	$B_i$ смер
4.1	0105	проведение работ требующих присутствия руководителя, без него	0,100	0,225	0,075
4.2	0502	ненадлежащее качество стажировки и инструктажей по охране труда	0,250	0,150	0,075
4.3	0604	неприменение защитных щитков, защитных очков	0,075	0,375	0,000
4.4	0707	нахождение в состоянии алкогольного опьянения	0,025	0,100	0,125
Суммы весовых коэффициентов совокупности нарушений требований охраны труда			0,450	<b>0,850</b>	0,275
5	Прогноз рисков травмирования по уровню частоты их возникновения				
	Баллы	Уровень частоты события $R_{тр}$	Описание $R_{тр}$		
	4	Возможное	Может возникнуть с частой периодичностью		
6	Прогноз уровней рисков травмирования по степени их воздействия				
6.1	Индекс $R_{тр}$	Уровень $R_{тр}$			
	8	Условно допустимый			
7	Мероприятия и ответственность за нарушение требований охраны труда				
	Уровень $R_{тр}$	Меры воздействия	Меры взыскания		
7.1	Условно допустимый	Внеочередная проверка знаний требований охраны труда	Дисциплинарное взыскание, замечание		
8	Мероприятия по устранению выявленных нарушений требований охраны труда				
	Наименование мероприятия по устранению нарушений требований охраны труда		Ответственный за устранение	Срок устранения	
8.1	Обеспечить надлежащий контроль за производством работ		Дорожный мастер Любимов С.Г.	постоянно	
8.2	Провести повторный инструктаж по охране труда		Бригадир пути Петров А.И.	до дд.мм.гггг	
8.3	Обеспечить контроль за правильным и своевременным защитных очков		Дорожный мастер Любимов С.Г.	постоянно	
8.4	Отстранить от работы работника, появившегося на работе в состоянии алкогольного опьянения		Дорожный мастер Любимов С.Г.	немедленно	

**Должностные лица, проводившие проверку:**

_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>
_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>
_____	_____	_____
<i>(должность)</i>	<i>(подпись)</i>	<i>(инициалы, фамилия)</i>



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015661490

«Анализ и прогноз рисков травмирования  
на рабочих местах в хозяйстве и в пути»Правообладатель: *Дементьева Юлия Васильевна (RU)*Автор: *Дементьева Юлия Васильевна (RU)*

Заявка № 2015618408

Дата поступления 09 сентября 2015 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 29 октября 2015 г.

Заместитель руководителя Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ДИРЕКЦИЯ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ

КУЙБЫШЕВСКАЯ ДИРЕКЦИЯ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ

САМАРСКАЯ ДИСТАНЦИЯ ПУТИ

ул. Нижнехлебная, 13,  
г. Самара, 443036,  
Тел.: (846) 303-22-30, факс: (846) 303-22-32

«29» декабря 2015г. № 1283/КБШДИ ПЧ11

### АКТ

#### внедрения и практического применения результатов исследования

Результаты исследования: программа для ЭВМ «Анализ и прогноз рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути» (далее - Программа), разработанная Дементьевой Ю.В. (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 29 октября 2015г. № 2015661490) на основе научных исследований и интеллектуальной обработки статистических данных причин несчастных случаев, происшедших в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги за ряд последовательных лет.

Настоящим актом подтверждаю, что Программа внедрена и используется в Самарской дистанции пути в ходе проведения аудита состояния охраны труда и мониторинга нарушений требований охраны труда на рабочих местах.

Отмечено, что Программа элементарна в применении, выдаёт результат без дополнительных математических расчётов и бюрократических процедур, тем самым позволяет оперативно оценить вероятность наступления несчастного случая, а также степень повреждения здоровья потенциального пострадавшего.

Результаты расчетов применяемой Программы способствуют оперативному принятию решений и неотложных мер по предупреждению производственного травматизма.

Начальник дистанции пути



Е.А.Кольцов



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**  
 (СамГУПС)



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

В.А. Покацкий

2016г.

**АКТ**  
**практического использования результатов**  
**диссертационного исследования**

Результаты научных исследований, проведенных Ю.В. Дементьевой при выполнении диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Совершенствование методов анализа и прогнозирования производственного травматизма в хозяйстве пути» по специальности 05.26.01 – (транспорт, технические науки), внедрены и используются в учебном процессе Самарского университета путей сообщения кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» при проведении занятий по дисциплинам «Практическая техника безопасности», «Безопасность жизнедеятельности», «Основы безопасности технологических процессов».

Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и экология», к.т.н

Б.А. Анфилофьев

Доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология», к.т.н

Е.В. Лукенюк

Секретарь кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

А.А. Федотова

Служба пути Куйбышевской дирекции инфраструктуры  
- структурного подразделения Центральной  
дирекции инфраструктуры - филиала ОАО «РЖД»  
443030 г. Самара, Комсомольская площадь, 2/3

«16» января 2017г.

**АКТ**  
**внедрения и практического применения результатов**  
**диссертационного исследования**

Настоящим актом подтверждаю, что материалы диссертационного исследования Дементьевой Юлии Васильевны на тему «Совершенствование методов анализа и прогнозирования производственного травматизма в хозяйстве пути» по специальности 05.26.01 – (транспорт, технические науки) были признаны целесообразными для использования в хозяйстве пути Куйбышевской Дирекцией инфраструктуры – филиале ОАО «РЖД» Центральной дирекции инфраструктуры в части совершенствования методов анализа и прогнозирования производственного травматизма, а также формирования превентивных мероприятий, направленных на повышение безопасности труда работников и предупреждение несчастных случаев на производстве.

Главный инженер службы пути



  
В.А.Кирдеев

Служба пути Куйбышевской дирекции инфраструктуры  
- структурного подразделения Центральной  
дирекции инфраструктуры - филиала ОАО «РЖД»  
443030 г. Самара, Комсомольская площадь, 2/3

« 16 » января 2017г.

**АКТ**  
**внедрения и практического применения результатов**  
**диссертационного исследования**

Настоящим актом подтверждаю, что Методика анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах в хозяйстве пути, разработанная в рамках диссертационного исследования Дементьевой Юлии Васильевны на тему «Совершенствование методов анализа и прогнозирования производственного травматизма в хозяйстве пути» по специальности 05.26.01 – (транспорт, технические науки) на основе статистических данных производственного травматизма хозяйства пути, была признана рациональной для практического применения структурными подразделениями хозяйства пути Куйбышевской Дирекцией инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» Центральной дирекции инфраструктуры в части развития и повышения эффективности системы контроля за состоянием охраны труда, анализа и прогноза рисков травмирования на рабочих местах и своевременного принятия управленческих решений по их устранению.

Главный инженер службы пути



В.А.Кирдеев