

На правах рукописи



ЧАПЛЫГИН ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ХОЗЯЙСТВА
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

2.10.3. Безопасность труда

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта» РУТ (МИИТ).

Научный руководитель: **Аксенов Владимир Алексеевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Железнов Максим Максимович**
доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры информационных систем, технологий
и автоматизации в строительстве Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный университет»;

Шварцбург Леонид Эфраимович
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой инженерной экологии и
безопасности жизнедеятельности
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН».

Ведущая организация: Акционерное общество «Научно
исследовательский институт
железнодорожного транспорта»
(АО «ВНИИЖТ»)

Защита состоится 04 декабря 2025 г., в 12.00 на заседании диссертационного совета 40.2.002.13 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9 (ул. Часовая, д. 22/2, ауд. 329.)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ), www.rut-miit.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 202_ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Киселева Екатерина Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Работники энергообеспечения железнодорожного транспорта выполняют свои задачи в условиях воздействия многочисленных опасных и вредных факторов, таких как высокая тяжесть труда, неудобные рабочие позы, работа на высоте, в зоне движения поездов, а также в условиях ограниченного времени «окна» на контактной сети. Они подвергаются опасности воздействия электрического тока, наведенного напряжения, термического действия электрической дуги. Для выполнения работ применяются различные средства малой механизации, электрический и ручной инструмент, что дополнительно повышает вероятность возникновения несчастных случаев.

Уровень производственного травматизма в хозяйстве электрификации и электроснабжения напрямую зависит от организованности трудового процесса и специфики рабочих условий. На этот показатель также влияют такие факторы, как совершенствование техники, модернизация технических средств, повышение культуры безопасности и другие изменения.

Современная система управления охраной труда (СУОТ) эволюционирует в сторону риск-ориентированного подхода и несмотря на процессы автоматизации и модернизации оборудования - полное исключение человека из процессов эксплуатации и технического обслуживания невозможно.

Более того, сложные условия труда, недостатки контроля и дисциплины, а также отсутствие эффективных подходов к управлению рисками, учитывающих поведение персонала, приводят к тому, что человеческий фактор остается основным источником травматизма. Постоянный высокий уровень стресса в этих условиях многократно увеличивает вероятность опасных действий. Это подтверждает актуальность разработки специализированных механизмов управления безопасностью,

ориентированных на минимизацию влияния человеческого фактора в опасных и вредных условиях хозяйства электрификации и электроснабжения.

Степень разработанности темы исследования. В вопросах безопасности производственных процессов большой вклад внесены учеными и специалистами: Апатцевым В.И., Аксеновым В.А., Завьяловым А.М., Замышляевым А.М., Морозовым В.Н., Пушенко С.Л., Филлиповым В.Н., и др.

В области изучения воздействия человеческого фактора на эффективность производственных систем исследования проводили ученые: Брызгалова Р.М., Верескун В.Д., Воробьев А.А., Даниленко А.Н., Дружинина Г.В., Евсеев Д.Г., Кане М.М., Репина И.Б., Федорец А.Г. и др.

Несмотря на обширную научную базу, ученые и специалисты исследовали человеческий фактор в общем и их подходы не были адаптированы или недостаточно эффективны для специфических вредных и опасных условий труда в хозяйстве электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта. Не в полной мере выстроен системный подход к управлению безопасностью, ориентированный на учет как личностных, так и коллективных характеристик. Тема исследования недостаточно проработана, чем обусловлена актуальность, т.к. в хозяйстве электрификации и электроснабжения остаются нерешенными вопросы, касающиеся комплексного подхода к оценке и управлению профессиональными рисками, особенно учитывающего поведенческие особенности работников в условиях стресса, ограниченного времени выполнения задач и значительных трудовых нагрузок.

Объектом исследования является система обеспечения безопасных условий труда в хозяйстве электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта.

Предметом исследования являются методы оценки и управления профессиональными рисками, направленные на учет и снижение влияния человеческого фактора.

Целью исследования является разработка и внедрение методов оценки и управления профессиональными рисками с учетом влияния человеческого фактора для обеспечения безопасных условий труда работников хозяйства электрификации и электроснабжения.

В соответствии с поставленной целью в работе необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести комплексный анализ состояния производственной безопасности в хозяйстве электрификации и электроснабжения за период 2014–2023 гг., выявив ключевые тенденции травматизма, доминирующие причины (с акцентом на человеческий фактор) и эффективность существующих мер безопасности.

2. Разработать на основе комплексного анализа и исследования воздействия человеческого фактора методику оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора для работников хозяйства электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД», учитывающую опасное поведение работников и их психологические особенности.

3. Разработать и апробировать практические меры и инструменты по снижению влияния человеческого фактора на производственный травматизм в хозяйстве электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД», сформировав стратегию личной безопасности работников.

4. Реализовать практическую апробацию Методики оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения, оценить её социальную и экономическую эффективность и обосновать целесообразность внедрения в систему управления охраной труда хозяйства электрификации и электроснабжения.

Научная новизна:

1. Предложен метод оценки профессиональных рисков, учитывающий опасное поведение работников и их психологические особенности, способствующий снижению уровня индивидуальных рисков на основе

способностей и поведения работников как в обычных, так и в экстремальных ситуациях.

2. Выявлены ключевые причины возникновения опасных (небезопасных) действий у работников хозяйства электрификации и электроснабжения, на основании которых разработаны конкретные методы и меры для совершенствования системы обеспечения безопасности труда производственных процессов.

3. Разработана, апробирована и внедрена методика оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора, применение которой предоставляет работодателям действенный инструмент для формирования адаптивных мер, направленных на снижение уровня опасных действий работников.

4. Предложен метод оценки причин опасных действий работников, влияющих на состояние охраны труда, основанный на проведении поведенческого аудита безопасности труда, включающий оценку и последующую коррекцию поведенческих навыков работников хозяйства электрификации и электроснабжения в целях повышения безопасности труда.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что проведенные исследовательские результаты, расчеты и мероприятия позволяют дополнить систему управления охраной труда специализированными инструментами управления человеческим фактором (методика оценки рисков, метод поведенческого аудита), разработанными с учетом специфики хозяйства электрификации и электроснабжения. Их внедрение позволяет выявлять и корректировать причины опасных действий работников, снижать профессиональные риски и связанные с травматизмом финансовые потери.

Практическая значимость подтверждается результатами апробации разработанных методов на объектах энергетического комплекса ОАО «РЖД», способствовавших снижению уровня производственного

травматизма и получению экономического эффекта за счет сокращения связанных с ним затрат.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач применялись общенаучные методы познания (анализ, синтез, сравнение, обобщение), позволившие сформировать аналитический обзор состояния теории и практики вопроса с различной степенью детализации, определить первоочередные задачи для совершенствования системы обеспечения безопасных условий труда в хозяйстве электрификации и электроснабжения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты исследования производственного травматизма работников хозяйства электрификации и электроснабжения, позволившие усовершенствовать систему обеспечения безопасных условий труда и разработать мероприятия, сокращающие уровень производственного травматизма за счет выявления и устранения ключевых факторов, обусловленных человеческим фактором и приводящих к опасным действиям.

2. Методика оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения

3. Разработанные на основании исследования детализованные мероприятия, направленные на снижение уровня профессионального риска с учетом оценки влияния человеческого фактора, поведенческих аспектов и способствующие повышению общего уровня культуры безопасности труда в энергетическом комплексе ОАО «РЖД».

Степень достоверности и апробация результатов в диссертации подтверждаются правильностью постановки задач, использования известных методов исследования, результатами рассмотрения и обсуждения работ на научно-технических, внутрикорпоративных и практических конференциях, а также положительными эффектами внедрения: реализацией пилотной апробации методики на объектах энергетического комплекса ОАО «РЖД» и

результатами снижения травматизма, получения экономического эффекта от использования основных положений диссертационной работы.

Основные положения и выводы работы детально освещены в материалах,

опубликованных в научных изданиях, а также рассмотрены и обсуждены на научных форумах:

– Всероссийская молодёжная научно-техническая конференция с международным участием «Производство. Технология. Экология – ПРОТЭК‘20» (г. Москва, 29 сентября – 1 октября 2020 г.);

– III Национальная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, 30-31 марта 2021 г.);

– II Международная школа-конференция «Техносферная безопасность городских агломераций» (г. Москва, 15-16 декабря 2021 г.);

– VII Всероссийская неделя охраны труда (г. Сочи, с 27-30 сентября 2022 г.);

– III Международная школа-конференция «Техносферная безопасность городских агломераций» (г. Москва, 12-13 декабря 2022 г.);

– Региональный форум юга России в сфере охраны труда и промышленной безопасности «ВНОТ-Кавказ» (г. Минеральные воды 27-28 апреля 2023 г.);

– Сетевая школа передового опыта по охране труда: «Совершенствование системы управления охраной труда в ОАО «РЖД». Непроизводственный травматизм» (г. Калининград, 17-18 мая 2023 г.);

– VIII Всероссийская неделя охраны труда (г. Сочи, с 26-27 сентября 2023 г.);

– VIII Всероссийская конференция с международным участием «Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки - 2023» (г. Москва, 24 ноября 2023 г.);

– «Цифровая трансформация в сфере производственной безопасности» (г. Москва, 6 декабря 2023 г.);

– IV Международная школа-конференция «Техносферная безопасность городских агломераций» (г. Москва, 13-14 декабря 2023 г.);

– Современные вызовы транспортной отрасли: новые возможности: Материалы межвузовской научно-практической конференции транспортных вузов (г. Москва, 27–28 февраля 2024 г.).

Структура и объём работы: диссертация изложена на 124 страницах, содержит введение, 4 раздела, заключение, список использованной литературы из 149 наименований. Включает 16 таблиц и 55 рисунков, 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность разработки методов оценки и управления профессиональными рисками с учетом влияния человеческого фактора для обеспечения безопасных условий труда работников хозяйства электрификации и электроснабжения. Определены цель работы, задачи, объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, практическая значимость результатов и положения, выносимые на защиту.

Первый раздел посвящен анализу состояния производственной безопасности в хозяйстве электрификации и электроснабжения (Трансэнерго) ОАО «РЖД».

Проведенный анализ травматизма за 2014-2023 гг. выявил стабильно высокий уровень травматизма в Трансэнерго (ТЭ) по сравнению с другими филиалами ОАО «РЖД» (рисунок 1), где коэффициенты частоты травматизма превышали средние по ОАО «РЖД»: общего – в 2,2 раза, смертельного – в 5 раз.

За 10-летний период в Трансэнерго зарегистрировано 199 случаев травмирования, включая 57 со смертельным исходом.

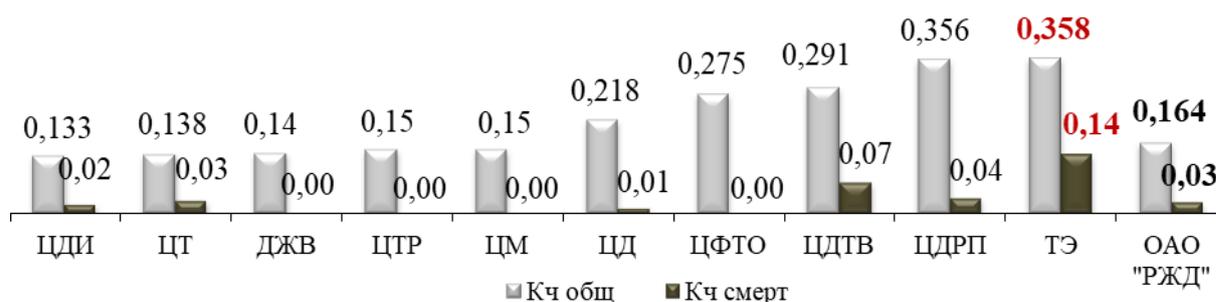


Рисунок 1 – Распределение коэффициента частоты производственного травматизма по филиалам ОАО «РЖД» (усреднённые данные) 2014-2023 гг.

Основным видом происшествий травмированных работников за анализируемый период – поражение электрическим током (41% всех случаев), а наиболее травмоопасной профессией – электромонтер контактной сети (66% всех пострадавших, 54% смертельно травмированных).

Анализ причин несчастных случаев на производстве (рисунок 2) подтверждает, что нарушения трудовой дисциплины и правил охраны труда являются лидирующими факторами травматизма на протяжении всего



десятилетнего периода.

Рисунок 2 – Динамика основных нарушений работников хозяйства электрификации и электроснабжения за 2014–2023 гг., повлиявших на возникновение травм на производстве по результатам их расследования, %

Проведенный анализ за период с 2014 по 2023 гг. в хозяйстве электрификации и электроснабжения подтверждает доминирующую роль человеческого фактора в генезисе производственного травматизма. Несмотря на технологическое развитие, около 60-70% несчастных случаев обусловлены нарушениями персонала всех уровней, что требует системного изучения механизмов причинно-следственных связей.

Динамика выявленных нарушений, в части причастности работников к возникновению травм указала на то, что 70,8% опасных действий работников систематичны и объединены в категорию «Не хочет» (сознательное пренебрежение правилами безопасности), а экстремальные условия труда (работа под напряжением, в режиме недостатка времени проведения работ в «окно») усугубляют проявление человеческого фактора.

Причинно-следственный анализ выявил 4 блока факторов: технологические (неприменение СИЗ, работы без наряда-допуска); управленческие (недостатки в контроле, слабая культура безопасности); технические (неисправности оборудования); человеческий фактор (нарушения правил, недостаток компетенций).

Выявленные закономерности определили направление разработки методики оценки профессиональных рисков и практических мер снижения влияния опасных действий персонала.

Второй раздел посвящен исследованию воздействия человеческого фактора на безопасность труда работников хозяйства электрификации и электроснабжения и разработке методики оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения (Методика).

Анализ действующих методов оценки рисков выявил их ограниченность для прогнозирования несчастных случаев, обусловленных ЧФ. Применяемый в ОАО «РЖД» матричный метод, основанный на статистике травматизма и экспертных оценках, позволяет определить интегральный уровень риска по группам профессий (например, для «электромонтера, электромеханика, слесаря» – группа с 95% травм). Однако

он не учитывает динамику опасных действий работников и их психофизиологические причины.

Разработана Методика, дополняющая стандарт ОАО «РЖД». Методика построена на основе анализа опасных действий на основе 10-летней статистики несчастных случаев, где источником активации опасности послужила деятельность человека.

Анализируются тяжесть травм, виды нарушений требований охраны труда (ТОТ), источники опасных действий и психофизиологические причины потенциальных нарушений (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Категории причин опасных действий работников

Категория	Непосредственные причины опасных действий	Организационные причины опасных действий
К (квалификация)	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> ▶ профессиональные знания ▶ не владеет специальными методами, приемами, навыками ▶ не способен к обучению, самообучению 	Не умеет: <ul style="list-style-type: none"> ▶ неэффективная система: обучения, инструктажа, тренировок, контроля знаний и умений ▶ отсутствие квалификационного обучения ▶ неэффективная система профессионального отбора.
М (Мотивация)	Не хочет: <ul style="list-style-type: none"> ▶ негативная установка на выполнение требований ▶ недобросовестность ▶ безответственность ▶ недисциплинированность ▶ пассивность ▶ предрасположенность к риску 	Не хочет: <ul style="list-style-type: none"> ▶ неэффективная система стимуляции ▶ неэффективная система пропаганды ▶ безответственность ▶ низкая культура производства
Ф. (выполнение функций)	Не может: <ul style="list-style-type: none"> ▶ временное или хроническое недомогание, усталость, нервный срыв ▶ эмоциональная неустойчивость ▶ боязнь ▶ физическая слабость ▶ рассеянность 	Не может: <ul style="list-style-type: none"> ▶ неэффективная система профессионального отбора ▶ неэффективная система лечебно-профилактических мероприятий ▶ неблагоприятный психологический климат в коллективе/семье
Р (производственная среда)	Не обеспечен: <ul style="list-style-type: none"> ▶ инструментом, материалами и другими средствами ▶ информацией об опасностях предстоящей работы и т.д. 	Не обеспечен: <ul style="list-style-type: none"> ▶ неудовлетворительная организация труда ▶ неэффективная система обеспечения и контроля за состоянием рабочих мест

Таблица 2 – Категории психологических и физиологических причин нарушений требований охраны труда

Категория	Нарушения Требований охраны труда	Коэффициент психологич. и физиологич. ответственности, Q
М	Нарушения мотивационной части действий. Проявляются в осознанном нарушении правил, инструкций и технологии выполнения работ.	50
О	Нарушения ориентировочной части действий. Проявляются в незнании правил, инструкций, норм и способов их выполнения, а также в незнании производственной ситуации, вызванного тем, что работнику не предоставили информацию об организации работ и изменении условий её выполнения	30
И	Нарушения исполнительской части. Проявляется в не выполнении правил, инструкций, норм вследствие психических и физических возможностей работы человека.	-50

На основании проведенного анализа и сбора данных рассчитывается коэффициент вероятности возникновения несчастного случая по ЧФ ($P_{чф}$).

Расчёт проводится по формуле (1), где B_i – балльная оценка индивидуальной ответственности i -го работника, причастного к НС, основанная на анализе его опасных действий по установленным критериям (тяжесть последствий, тип нарушения, группа причин «Не умеет/Не хочет/Не может/Не обеспечен»), а $\sum B_k$ – сумма баллов всех причастных к данному НС лиц:

$$P_{чф} = \frac{B_i}{\sum B_k} * 100\% , \quad (1)$$

При $P_{чф} \geq 50\%$ методика предписывает проведение поведенческого аудита безопасности труда (ПАБ). ПАБ направлен на оценку и коррекцию поведенческих навыков работника, формирование стратегии личной безопасности.

Уточненная структура параметров человеческого фактора, оцениваемых в Методике, сгруппирована по категориям (А, Б, В, Г) и

включает 12 ключевых индикаторов (Таблица 3). Для их оценки применяются:

- стандартизированные опросники (тест эмоциональной устойчивости);
- наблюдение в рабочих ситуациях (с фиксацией отклонений);
- ситуационные тесты (моделирование экстремальных условий «окна» на КС).

Таблица 3 – Параметры ЧФ в Методике оценки рисков

Группа	Параметр	Метод оценки	Связь с опасными действиями
А	Проф. знания	Тестирование	Недостаток навыков безопасной работы
Б	Дисциплинированность	Наблюдение + опрос	Нарушение правил для экономии времени
В	Эмоциональная устойчивость	Психодиагностика	Ошибки в стрессовых ситуациях
Г	Обеспеченность СИЗ	Проверка документации	Работа без средств защиты

Проведенный аудит, позволил установить системные личностные риски (склонности нарушать) и катализаторы нарушений (обстоятельства, провоцирующие нарушения), характерные для производственного участка,

	Катализаторы высокие	Катализаторы Низкие
Риски низкие	<p>Риски низкие – катализаторы высокие Нарушение связано с давлением или проблемами во взаимодействии с руководством/коллегами – проверить способности. Нарушение связано с потерей внимания/концентрации или неспособностью быстро оценить ситуацию – изменить стиль работы с работником.</p>	<p>Риски низкие – катализаторы низкие Проверить способности работника. Провести дополнительно интервью по выяснению причин опасных действий.</p>
Риски высокие	<p>Риски высокие – катализаторы высокие Работник находится в группе повышенного риска. Проверить способности работника. Рекомендуется перевод работника с опасного участка работы.</p>	<p>Риски высокие – катализаторы низкие Вероятные причины нарушений – в склонности к нарушениям Нужен дополнительный контроль. Желателен перевод в трудовой коллектив, где будут люди с высокой принципиальностью.</p>
	Катализаторы высокие	Катализаторы Низкие

на котором проводился аудит (рисунок 3).

Рисунок 3 – Сопоставления личностных рисков и катализаторов нарушений

По окончании ПАБ обобщенные результаты вносятся в таблицу (таблица 4) для анализа, на основании которых разрабатываются мероприятия (меры) по снижению риска (учета ЧФ) и составляется «Индивидуальный план» (обучение, технические занятия, контрольные проверки и др.).

Таблица 4 – Пример сводной таблицы для оформления итогов поведенческого аудита безопасности труда

Выявленный человеческий фактор опасности	Причина появления ЧФ, ведущая к НС	Уровень риска
Поведенческое интервью		
Поведенческие факторы, выражающиеся в личных качествах исполнителей	Личные проблемы (семейные, профессиональные, финансовые)	Риски низкие – катализаторы низкие
	Высокая ранимость (негативная реакция на замечания)	Риски низкие – катализаторы высокие
	Недостаточная мотивация (равнодушие руководителя работ, в следствии мотивации нести бремя ответственности, в среднем, в 40% работ бригадой руководит работник с заработной платой равной или меньшей чем у рядового члена бригады)	Риски низкие – катализаторы высокие
	Неспособность оценки нестандартной и аварийной ситуации, паника.	Риски низкие – катализаторы высокие
	Напряженность отношений в коллективе	Риски низкие – катализаторы низкие

Процессный подход. Обеспечивает цикл: идентификация рисков ЧФ → ранжирование ($P_{чф}$) → документирование → выбор мер управления (включая ПАБ) → снижение риска.

Предложенная методика предоставляет инструмент для количественной оценки ($P_{чф}$) и управления (ПАБ) вкладом ЧФ в профессиональные риски, что принципиально дополняет существующий матричный метод и стандарт ОАО «РЖД», ориентируя систему управления

охраной труда на профилактику опасных действий персонала энергетического комплекса.

Третий раздел посвящен апробации разработанных практических мер, направленных на снижение риска несчастного случая за счет уменьшения влияния человеческого фактора.

Анализ психологических причин нарушений подтвердил доминирование установок работников на недооценку риска («со мной не случится») и пассивное отношение к нарушениям со стороны коллег и руководителей. Это прямо коррелирует с группой опасных действий «Не хочет» (70,8%). Разработан комплекс мер, направленных на формирование безопасных поведенческих навыков и изменение установок работников хозяйства электрификации и электроснабжения:

создание многофункциональных рабочих групп (включая психологов, специалистов по охране труда, управления персоналом, руководителей среднего звена) для разработки программ повышения профессионально-важных качеств (ПВК) и внутренней мотивации к безопасности;

системная оценка культуры безопасности. Регулярный мониторинг удовлетворенности условиями труда и вовлеченности в культуру безопасности для выявления проблемных зон;

целевое обучение руководителей: Методам эффективного контроля, проведения поведенческих аудитов безопасности (ПАБ) и мотивации работников к безопасному труду;

внедрение практических инструментов: применение «кривой безопасности Брэдли» для оценки соблюдения норм; учет «кривой забывания Эббингауза» при планировании инструктажей/обучения; использование метода «Указание и призыв» для оперативной коррекции поведения; задействование «эффекта Хоторна» и «полевых патрулей» для усиления осознанности; внедрение «агентов изменений» и конкурсов («Лучший работник/команда подразделения») для популяризации безопасного поведения; формирование коллективной ответственности и системы

обратной связи от персонала. Эти инструменты были применены в 2023 году в ряде дистанций электроснабжения в качестве пилотных проектов.

Результаты апробации в Новосибирской и Кемеровской дистанциях электроснабжения (ЭЧ) за период июнь-декабрь 2023 г.: пилотного внедрения комплекса мер показали: повышение показателя «Готовность применять правила безопасности» на 35% (по данным опросов); снижение количества выявленных опасных действий на 42%; увеличение индекса удовлетворенности трудом, связанного с безопасностью условий, на 28%; уменьшение доли работников с установкой «Работать по инструкциям – работы не будет» с 38% до 11%.

Апробация подтвердила эффективность предложенного комплекса мер. Ключевыми факторами улучшений стали: фокус на изменении психологических установок («Не хочет»), практическая отработка навыков, вовлечение руководителей всех уровней и использование специализированных инструментов коррекции поведения, что привело к снижению опасных действий на 42%.

Четвертый раздел содержит результаты практического использования разработанной методики, оценку её экономической и социальной эффективности.

Оценка экономических потерь от влияния ЧФ проведена по формуле (2):

$$P_{\text{эк}} = D_{\text{п}} \times C_{\text{д}} + N_{\text{с}} \times C_{\text{с}},$$

(2)

где, $P_{\text{эк}}$ – экономические потери;

$D_{\text{п}}$ – количество дней нетрудоспособности;

$C_{\text{д}}$ – стоимость одного рабочего дня (ФОТ / кол-во рабочих дней);

$N_{\text{с}}$ – количество НС;

$C_{\text{с}}$ – средние затраты на один случай (компенсации, лечение, расследование).

Анализ за 2014-2023 гг. выявил сильную корреляцию ($R^2 = 0,89$) между уровнем ЧФ и экономическими потерями $\Pi_{\text{эк}}$, представлена на рисунке 4.

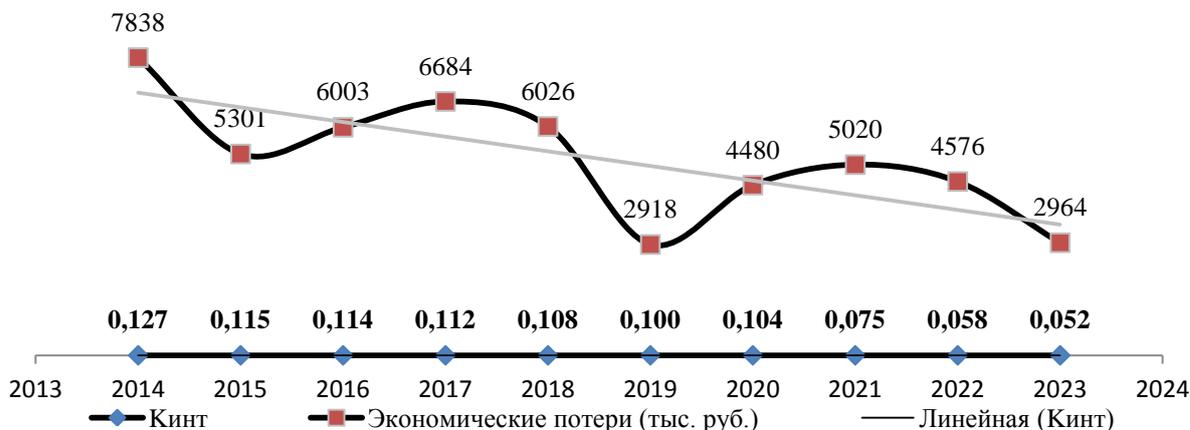


Рисунок 4 – Влияние ЧФ на экономические потери

Прогнозирование уровня риска с учетом управления ЧФ выполнено по модели (3):

$$R_{\Pi} = R_0 e^{-\lambda t},$$

(3)

где, R_{Π} – прогнозируемый риск;

R_0 – начальный уровень риска;

λ – коэффициент снижения риска (рассчитан по динамике ЧФ);

t – период прогноза.

Прогноз на 2024-2025 гг. (рисунок 5) подтверждает возможность снижения риска на 32% при реализации мер по снижению ЧФ.



Рисунок 5 – Прогноз показателей риска на 2024–2025 гг.

Результаты апробации методики в 2023 г. на базе: Смоленской дистанции электроснабжения (ЭЧ-19), Новокузнецкой дистанции электроснабжения (ЭЧ-18) и Московского участка Октябрьской ДКРЭ позволили получить следующие ключевые эффекты: снижение количества НС, связанных с ЧФ, на 42%; уменьшение экономических потерь ($P_{\text{ЭК}}$) на 28%; повышение индекса безопасности (по результатам ПАБ) на 31%.

Экономический эффект (снижение затрат на компенсации, лечение, нахождение на больничном, в том числе рост производительности) составил 166 459 руб. для пилотных подразделений.

Апробация методики и её применение позволило получить эффекты: снижение травматизма на 42%, выявлении сильных и слабых сторон применяемых методов управления квалификацией, полномочиями и ответственностью работников дистанций электроснабжения. и экономия затрат. Таким образом, доказана целесообразность ее применения во всех производственных подразделениях хозяйства электрификации и электроснабжения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:

1 Проведён комплексный анализ состояния производственной безопасности в хозяйстве электрификации и электроснабжения за 2014-2023 гг., который показал снижение общего травматизма на 54% (с 28 до 13 работников), однако уровень тяжелого и смертельного травматизма остался высоким (в 5 раз выше среднего по холдингу РЖД). Доминирующей причиной (60-70% случаев) является человеческий фактор, прежде всего сознательное пренебрежение правилами безопасности («не хочет» – 70,8% причин опасных действий). Существующие меры безопасности показали недостаточную эффективность в воздействии на ключевые поведенческие причины риска («не хочет») и минимизации тяжелого и смертельного травматизма, обусловленного человеческим фактором.

2 Разработана и утверждена на основе комплексного анализа и исследования воздействия человеческого фактора методика оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД». Методика дополняет существующие подходы (СТО РЖД 15.014) оценкой психофизиологических причин опасных действий работников, использованием поведенческого аудита безопасности (ПАБ) и профессиографических исследований, и направлена на прогнозирование и снижение рисков травматизма, доминирующей причиной которого (60-70%) является человеческий фактор.

3 Разработаны и апробированы практические меры по снижению влияния человеческого фактора, включая классификацию работников по восприятию риска, внедрение поведенческих инструментов (метод «Указание и призыв», эффект Хоторна), а также проведение пилотных конкурсов «Лучший работник/команда подразделения». Пилотные конкурсы показали эффективность в формировании культуры безопасности, вовлечении персонала и развитии профессионально важных качеств. Опросы работников выявили предпочтения в формах обучения (51,7% за практику с соревнованиями, 70,3% за комбинированный формат).

4 Реализована практическая апробация разработанной Методики в производственных подразделениях энергетического комплекса (филиалах Трансэнерго и ДКРЭ) подтвердило её эффективность, обеспечив статистически значимое снижение профессиональных рисков и экономических потерь за счет минимизации влияния человеческого фактора (ЧФ) и позволило: снизить риски (Кинт -9,4%), (Ринт -5,4%); сократить экономические потери (-35,2%), дни нетрудоспособности (-27,6%). Получен экономический эффект 166,5 тыс. руб. и социальный: повышение прозрачности СУОТ, рост ответственности работников и руководителей, улучшение психологического климата в коллективах, сохранение здоровья работников (в пилотных подразделениях: 0 травм, микротравмы -40%).

5 Выявлены ключевые причины опасных действий работников и коренные причины их нарушений по результатам проведенного поведенческого аудита безопасности (ПАБ) Методики – слабая мотивация руководителей (28%), низкая обучаемость персонала (26%), недостаточная мотивация персонала (24%), негативные психологические установки (22%), что позволило разработать адресные корректирующие меры для их устранения.

6 Рекомендуется по результатам диссертационного исследования внедрение разработанной методики, которая позволяет системно выявлять и корректировать причины опасных действий персонала, обусловленные человеческим фактором, за счет интеграции оценки психофизиологических особенностей работников и поведенческого аудита безопасности (ПАБ) в процесс управления профессиональными рисками, что обеспечивает снижение уровня производственного травматизма и связанных с ним экономических потерь.

7 Перспективой дальнейшей разработки темы является цифровая трансформация процедуры ПАБ и его введение в другие производственные подразделения ОАО «РЖД».

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) в рецензируемых научных изданиях:

1. Завьялов, А. М. Совершенствование системы обеспечения безопасности труда электромонтеров контактной сети / А. М. Завьялов, В. С. Чаплыгин, Н. Н. Сосунов // Наука и техника транспорта. – 2018. – № 2. – С. 110-113.

2. Аксенов, В. А. Анализ эффективности и пути развития цифровой платформы в системе управления охраной труда в ОАО «РЖД» / В. А. Аксенов, А. М. Завьялов, В. И. Апатцев, В. С. Чаплыгин, Е. А. Сорокина // Наука и техника транспорта. – 2019. – № 3. – С. 112-117.

3. Чаплыгин, В. С. Анализ используемых инструментов оценки профессиональных рисков для работников хозяйства электрификации и электроснабжения / В. С. Чаплыгин, В. А. Аксенов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 38-44.

4. Чаплыгин, В. С. Эффективность применения методики оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения / В. С. Чаплыгин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – № 3(63). – С. 151-155.

5. Чаплыгин, В. С. Методика оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и электроснабжения / В. С. Чаплыгин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3. – С. 111-118.

6. Чаплыгин, В. С. Оценка социально-экономической эффективности применения методики оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора работников хозяйства электрификации и

электроснабжения / В. С. Чаплыгин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – № 1(65). – С. 206-211.

б) в изданиях, входящих в международную базу Scopus:

7. Донцов, С. А. Эксперт по оценке условий труда / С. А. Донцов, В. Е. Бурак, В. С. Чаплыгин // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 12. – С. 42-46.

8. Aksenov, V. Analysis of industrial injuries and assessment of the risk of injury to railway power supply workers / V. Aksenov, A. Zavyalov, V. Chaplygin, E. Sorokina // E3S Web of Conferences: Key Trends in Transportation Innovation, KTTI 2019. – 2020. – С. 04013.

в) в других изданиях и материалах конференций:

9. Сосунов, Н. Н. Психологическое обследование электромонтёров контактной сети дистанций электроснабжения / Н. Н. Сосунов, В. С. Чаплыгин // Проблемы безопасности российского общества. – 2018. – №2. – С. 57-61.

10. Савельева, Т. С. Модернизация системы управления охраной труда в целях снижения влияния человеческого фактора / Т. С. Савельева, В. С. Чаплыгин, А. М. Завьялов // Проблемы безопасности российского общества. – 2023. – № 2(42). – С. 43-47.

11. Чаплыгин, В. С. Снижение влияния психофизиологического фактора на возникновение опасных действий персонала, которые могли привести к травме / В. С. Чаплыгин, Т. С. Савельева // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки: тез. докл. VIII Всерос. конф. с междунар. участием, Москва, 2023 г. – М. : Рос. ун-т трансп., 2023. – С. 468-472.

12. Чаплыгин, В. С. Анализ производственного травматизма работников хозяйства электрификации и электроснабжения / В. С. Чаплыгин, Т. С. Савельева, А. М. Завьялов // Проблемы безопасности российского общества. – 2023. – № 3(43). – С. 14-18.

13. Чаплыгин, В. С. Анализ методов и инструментов управления качеством технологических процессов в хозяйстве электрификации и электроснабжения / В. С. Чаплыгин, Т. С. Савельева, А. М. Завьялов // Техносферная безопасность городских агломераций: тез. докл. III Междунар. шк.-конф., Москва, 2023 г. – М. : Рос. ун-т трансп. (РУТ (МИИТ)), 2023. – С. 139-144.

14. Чаплыгин, В. С. Цифровая трансформация охраны труда в ОАО «РЖД». Цифровизация процедуры проведения поведенческого аудита безопасности труда (ПАБ) / В. С. Чаплыгин, О. А. Гладкова, В. А. Аксенов, Т. С. Савельева // Проблемы безопасности российского общества. – 2023. – № 4(44). – С. 55-60.

ЧАПЛЫГИН ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ХОЗЯЙСТВА
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

2.10.3. Безопасность труда
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать «___» _____ 2025 г. Формат 60x90/16

Объем 1.5 усл.п.л

Тираж 80 экз.

Заказ № _____
