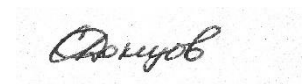


На правах рукописи



ДОНЦОВ Сергей Александрович

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ
КЛАСТЕРОВ**

2.10.3 – Безопасность труда

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» (ФГБОУ ВО СПбГТИ(ТУ)).

Научный
консультант:

Буторина Марина Вадимовна

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Е5 «Техносферная безопасность и вычислительная механика» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург.

Официальные оппоненты:

**Евтушенко
Александр
Иванович**

доктор технических наук, доцент, декан факультета «Промышленное и гражданское строительство», профессор кафедры «Строительство уникальных зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДГТУ»), г. Ростов-на-Дону;

**Черный
Константин
Анатольевич**

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «ПНИПУ»), г. Пермь;

**Элькин
Юрий
Иосифович**

доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерно-экологические инновации и комплексная безопасность» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» (ФГБОУ ВО «МАДИ»), г. Москва.

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО СПбГАУ), г. Санкт-Петербург.

Защита состоится в 13:00 часов 15.10.2026 г. на заседании диссертационного совета 24.2.272.02 при ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова) по адресу: 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, ауд. 217.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и на сайте <https://voenmeh.ru/nauka/dissertaczionnye-sovety/dissertaczionnyj-sovet-24-2-272-02/>.

Автореферат разослан «__» июля 2026 г. Отзывы на автореферат принимаются по адресу: 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, кафедра Е5, а также e-mail: dissovetvoenmeh@yandex.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.272.02
кандидат технических наук



В.К. Васильева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Важнейшим элементом жизнеобеспечения на современном этапе технологического развития Российской Федерации является система сохранения жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности. Данная система представлена охраной труда, важнейшими задачами которой являются изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых осуществляется трудовая деятельность человека.

Сокращение экономически активного населения, активное импортозамещение и создание новых отраслей «с нуля», проведение Специальной военной операции, достаточно высокий уровень производственных травм и несчастных случаев в отечественной экономике подтверждают важность исследования теоретических, методологических и практических задач охраны труда для предприятия, отрасли и государства в целом.

Сохранение населения, укрепление здоровья; комфортная и безопасная среда для жизни; экологическое благополучие; устойчивая и динамичная экономика; технологическое лидерство и др. определены национальными целями развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года согласно Указа Президента РФ от 07.05.2024 N 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

К целевым показателям и задачам, выполнение которых характеризует достижение национальной цели «Сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи» применительно к охране и безопасности труда можно отнести: п.п. б) увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет к 2030 году и до 81 года к 2036 году, в том числе опережающий рост показателей ожидаемой продолжительности здоровой жизни; д) снижение к 2030 году суммарной продолжительности временной нетрудоспособности граждан в трудоспособном возрасте на основе формирования здорового образа жизни, создания условий для своевременной профилактики заболеваний».

Во всем мире строительная отрасль относится к наиболее потенциально опасным отраслям экономики.

Ежегодно в РФ производственные травмы получают тысячи человек: так в 2023 г. общее количество несчастных случаев с тяжёлыми последствиями составило 5892, из них групповые несчастные случаи – 420, тяжелые несчастные случаи – 4187 и несчастные случаи со смертельным исходом – 1285.

Наибольшая доля летальных исходов фиксируется в строительной индустрии – порядка 23%.

В целом по всем видам ОКВЭД в стране занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда составляют 36,4% от общей численности работающих, причем в строительной индустрии наибольшее значение приходится на строительство зданий – 46,9%, строительство инженерных сооружений – 30,7%; сферу строительства – 36,2%; специализированные строительные работы – 29,27%.

Ежегодные экономические потери, обусловленные неблагоприятными условиями труда, оцениваются более чем в 400 млрд рублей.

Современный городской кластер представляет собой сложный строительно-инженерный и инфраструктурный комплекс. Эффективно функционирующая транспортная инфраструктура способствует оптимальному размещению предприятий, удовлетворению потребностей населения, что влияет на безопасность и развитие города в целом.

Показателями технологичности, безопасности, комфорта и экономической успешности городской агломерации является развитость транспортной инфраструктуры, центральным элементом которой является наличие транспортно-пересадочных кластеров (далее – ТПК).

В связи с этим возникает необходимость в разработке концептуальных основ безопасности труда при строительстве ТПК.

Степень научной разработанности темы исследования. Существенный вклад в изучение проблемы условий, охраны и безопасности труда внесли такие ученые, как Е.М. Агашков, А.Ф. Ахметов, В.С. Бердычевский, Т.И. Белова, С.Г. Брусенцов, В.Е. Бурак, Д.С. Дубовец, А.И. Евтушенко, А.М. Елин, Н.М. Жолобов, Г.К. Ивахнюк, С.П. Какаулин, Е.А. Краснощекова, О.В. Кузнецова, Е.Б. Лисина, В.Г. Макушин, Б.Ч. Месхи, В.М. Минько, Т.Н. Патрушева, О.Н. Русак, Н.А Самарская, Б.В. Севастьянов, Е.В. Стасева, З.Ш. Турсунов, А.П. Тюрин, О.В. Усикова, Г.З. Файнбург, А.Ю. Черкасов, К.А. Черный, М.В. Чернышов, В.В. Шарманов, В.С. Шкрабак, С.Н. Яшин и другие.

Вопросами изучения и снижения шума транспорта и строительно-дорожных машин (далее – СДМ) занимались такие ученые как, К.Е. Аббакумов, В.А. Аистов, М.В. Буторина, А.В. Васильев, Л.Ф. Дроздова, В.Н. Емельянов, Н.И. Иванов, И.Л. Карагодина, В.Ю. Кирпичников, С.Д. Ковригин, В.А. Крутова, Д.А. Куклин, Г.М. Курцев, П.В. Матвеев, Г.Л. Осипов, О.В. Плицына, П.И. Пospelов, Б.Г. Прутков, В.А. Санников, Н.В. Тюрина, А.Е. Шашурин, И.А. Шишкин, И.Л. Шубин, И.Е. Цукерников, А.Н. Чукарин, Ю.И. Элькин, Е.Я. Юдин; за рубежом Л. Беранек, М. Крокер, Л. Кремер, П. Кнудсен, Р. Стефенсон, Р. Тейлор, Л. Шрайбер, Р. Ретингер, Дж. Куртце, З. Маекава и другие.

Несмотря на значительное количество научных публикаций, проработанность различных аспектов охраны и безопасности труда, тема диссертационного исследования остается недостаточно изученной. В отраслевой литературе крайне редко встречаются научные работы, связанные с разработкой теоретико-методологических основ и практических предложений по

совершенствованию системы охраны труда в транспортном строительстве с позиции применения новых методов, принципов и инструментария.

Научно-техническая гипотеза диссертационного исследования заключается в том, что разработка современного, достоверного и эффективного инструментария повышает точность оценки и дает возможность идентифицировать все влияющие опасные и вредные производственные факторы (далее – ОВПФ) при строительстве ТПК, а также снизить их воздействие на работающих, тем самым выполнить государственные нормативные требования охраны труда.

ОВПФ, множественность техники и технологий, работы повышенной опасности на строительной площадке требуют их выявления, описания и оценки как наиболее массовых и критичных из них для обеспечения безопасности труда работников на заданном уровне. Результатом этих исследований будут являться теоретические, методологические и практические положения по созданию системы безопасности труда при строительстве ТПК.

Цель диссертационного исследования заключается в разработке теоретических, методологических и практических положений по созданию концептуальных основ безопасности труда при строительстве ТПК.

Достижение поставленной цели обусловило необходимость постановки и последовательного решения ряда **задач**:

1. Выполнить аналитический обзор проблемы обеспечения безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров; изучить виды, структуру и причины производственного травматизма на производствах, участвующих в создании объектов транспортного строительства с учетом используемой строительной техники.

2. Осуществить ранжирование воздействия опасных и вредных производственных факторов на персонал при строительстве ТПК при помощи математической модели значимости воздействия ОВПФ и натурных исследований.

3. Разработать методику оценки и сформулировать требования к рабочим местам основных профессий, задействованных в технологических операциях строительства; предложить прогрессивные организационно-управленческие инструменты по снижению производственного травматизма.

4. Разработать теоретические положения концептуальной безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров, включающие:

- методику прогнозирования и моделирования затрат на инновационные системы безопасности;
- обобщенный количественный анализ безопасности с созданием типового модуля;
- интегральную оценку профессиональных рисков и риска смертельного травматизма персонала;

- расчет необходимой численности работников с учетом факторов риска;
- усовершенствованные методы оценки ущерба от несчастных случаев.

5. Разработать рекомендации по повышению безопасности труда приоритетных профессий при строительстве транспортно-пересадочных кластеров.

Объект исследования – существующая система управления охраной труда при строительстве ТПК, используемые технологии, сырье, материалы и условия труда операторов строительных, дорожных и тяжелых путевых машин.

Предмет исследования – методологический аппарат и действующая система безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров с учетом специфики многообразия технологических процессов, организации работ повышенной опасности и комплексного подхода к интеграции различных видов транспорта в рамках многоуровневой инфраструктуры.

Методология и методы исследования: использование категориально-системного и системно-гомеостатического научных подходов для исследования техники, технологии условий труда работников; проведение натурных и лабораторных исследований, разработка моделей, анализ расчетных и экспериментальных данных выполнены с использованием методов теории вероятностей и математической статистики, теории планирования экспериментов и сетевых графических моделей.

Научная новизна полученных результатов исследования заключается в разработке, дополнении и уточнении теоретических, методологических и практических положений, сформированных на основе комплекса моделей и решений, а именно:

1. Дополнен теоретический базис исследования, включающий основные определения, положения и требования, определяющие сущность и содержание безопасности труда для строительных организаций при создании транспортно-пересадочных кластеров. Предложена стратегия управления безопасностью труда и охраной здоровья на основе риск-менеджмента, используемая как для профилактики вредностей и опасностей на рабочих местах предприятий транспортного строительства, так и для повышения эффективности существующей системы управления охраной труда.

Разработанная стратегия представляет собой систему взглядов на создание и развитие культуры безопасности и охраны труда как части комплексной безопасности строительных предприятий, обеспечивающих создание ТПК (соответствует паспорту научной специальности 2.10.3, пункты 3, 7, 11).

2. Сформирована и научно обоснована методологическая платформа для проведения исследования воздействия опасных и вредных производственных факторов на персонал при строительстве транспортно-пересадочных кластеров. Обоснована необходимость проведения натурных (полевых)

исследований труда операторов большого количества строительных, дорожных и тяжелых путевых машин, а также сопутствующих дорожных и строительных профессий (соответствует паспорту научной специальности 2.10.3, пункты 1, 2, 3, 12).

3. Разработаны и научно обоснованы рекомендации и решения по совершенствованию системы управления охраной труда предприятий транспортного строительства.

Научно обоснован подход для исследования условий труда на рабочих местах основных профессий, задействованных в технологических операциях создания транспортно-пересадочных кластеров, учитывающий характеристику, особенности и специфику рабочих мест работников с учетом существующих процедур и перспективного (нового) инструментария по обеспечению и поддержанию заданного уровня безопасности.

С целью снижения производственного травматизма разработан подход для учёта психологических особенностей работников для обучения безопасным методам и приёмам выполнения работ повышенной опасности (соответствует паспорту научной специальности 2.10.3, пункты 3, 7, 9, 12).

4. Разработаны, предложены и сформулированы элементы концептуальных основ безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров, а именно:

- процедура прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда;

- прогнозные экономико-математические модели всех видов ресурсов, основанных на исследовании и установлении зависимостей типа «ресурсы – параметр». В качестве факторов-аргументов этих зависимостей рекомендована управленческая система и ее элементы, а также параметры производственного процесса (условия создания, производства, эксплуатации и утилизации системы);

- моделирование затрат на создание инновационной системы обеспечения безопасности труда ТПК: показано, что создание инноваций в области безопасности труда при создании СДМ и тяжелых путевых машин предложено оценивать на стадиях создания, серийного внедрения и использования;

- исследование системной безопасности труда работников строительно-дорожной индустрии: сформулирована трехуровневая парадигма безопасности персонала при строительстве ТПК, которая предполагает обеспечение таких условий труда, которые исключали (минимизировали) бы опасные (вредные) производственные факторы при некотором фиксированном уровне их влияния на жизнь, здоровье и состояние работника;

- научно обосновано определение численности ремонтного персонала с учетом риска травмирования работников как превентивного элемента безопасности. Показано, что штатная работа СДМ и тяжелых путевых машин, их техническое обслуживание и ремонт являются важным элементом поддержания безопасности, т.к. эти процессы в том числе отвечают за выбросы

вредных веществ в воздух рабочей зоны, создаваемые уровни шума, вибрации и др. на рабочих местах операторов и в окружающем пространстве смежных профессий (соответствует паспорту научной специальности 2.10.3, пункты 1, 2, 3, 4, 8, 10, 12).

5. Научно обоснован комплекс решений и рекомендаций по повышению безопасности труда приоритетных профессий при строительстве транспортно-пересадочных кластеров, включающий:

- обоснованы технические решения по шумозащите при производственной эксплуатации строительных, дорожных и тяжелых путевых машин (далее – ТПМ);

- мероприятия по снижению воздействия неустраняемых вредных производственных факторов;

- инструментарий по совершенствованию методов оценки ущерба от несчастных случаев на производстве (соответствует паспорту научной специальности 2.10.3, пунктам 3, 5, 6).

Теоретическая значимость результатов исследования определяется актуальностью поставленной цели и задач и заключается в том, что сформулированные в диссертации положения дополняют теоретические и методологические основы создания концептуальной безопасности труда в сфере транспортного строительства.

В рамках диссертации обоснована целесообразность применения новых для отрасли транспортного строительства научно-методологических подходов и методов, позволяющих решить важную народно-хозяйственную проблему, связанную с необходимостью развития и совершенствования системы охраны труда. Научно обоснованы технические, технологические и экономико-управленческие решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительной отрасли страны.

Практическая значимость результатов исследования заключается в совокупности эффективных решений для обеспечения безопасности труда и постоянного совершенствования системы охраны труда в транспортном строительстве, которые могут применяться на предприятиях и организациях транспортного строительства, смежных отраслях и предприятиях, проектных организациях, консалтинговых организациях по охране труда, а именно:

1. Выявлены виды, структура и причины производственного травматизма на объектах транспортного строительства.

2. Выявлены, идентифицированы, оценены и исследованы опасные и вредные факторы при строительстве ТПК, главными из которых явились химический, шум, вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, показатели напряженности рудового процесса.

3. Разработана и внедрена методика оценки условий труда на рабочих местах основных профессий, задействованных в технологических операциях создания транспортно-пересадочных кластеров. Данная мето-

дика учитывает характеристику, особенности и специфику рабочих мест работников с учетом существующих процедур и перспективного (нового) инструментария по обеспечению и поддержанию заданного уровня безопасности.

4. Разработана методика учёта психологических особенностей работников для подготовки к выполнению персоналом работ повышенной опасности.

5. Создана количественная методика интегральной оценки профессиональных рисков работников, сочетающая в себе риск возникновения несчастных случаев и риск возникновения профессиональных заболеваний, разработаны индикаторы оценки и математический аппарат.

6. Разработан алгоритм определения численности ремонтного персонала с учетом риска травмирования работников, как превентивный элемент безопасности.

7. Разработан комплекс решений и рекомендаций по повышению безопасности труда приоритетных профессий при строительстве транспортно-пересадочных кластеров, который включает:

- технические решения по шумозащите при производственной эксплуатации строительных, дорожных и тяжелых путевых машин;
- мероприятия по снижению воздействия неустраняемых вредных производственных факторов;
- инструментарий по совершенствованию методов оценки ущерба от несчастных случаев на производстве.

Положения, выносимые на защиту

1. Стратегия управления безопасностью труда и охраной здоровья на основе риск-менеджмента, используемая для профилактики вредностей и опасностей на рабочих местах предприятий транспортного строительства и повышения эффективности существующей системы управления охраной труда.

2. Методика экспериментального исследования условий труда операторов строительных, дорожных, тяжелых путевых машин и сопутствующих дорожных и строительных профессий.

3. Математическая модель значимости воздействия ОВПФ на работников при строительстве транспортно-пересадочных кластеров.

4. Методика учёта психологических особенностей работников для обучения безопасным методам и приёмам выполнения работ повышенной опасности.

5. Процедура прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда; прогнозная экономико-математическая модель типа «ресурсы – параметр».

6. Количественная методика интегральной оценки профессиональных рисков работников, задействованных в строительстве транспортно-пересадочных кластеров.

7. Комплексные технические решения по снижению вредного воздействия различных типов СДМ и тяжелых путевых машин.

Степень достоверности результатов исследования. Научная обоснованность и достоверность полученных в ходе исследования выводов, результатов и рекомендаций обеспечивается их комплексным и системным характером, объемом необходимых эмпирических материалов, официальных и производственных статистических данных. Основные научно-практические положения, выводы и рекомендации базируются на применении современной методологии научных исследований, использовании наиболее актуальных концептуальных подходов, методик и инструментария по изучению проблем функционирования, развития и совершенствования системы управления охраны труда в транспортном строительстве.

Представленный табличный и графический материал, сформированный по результатам натурных исследований, а также ссылки на источники подтверждают обоснованность сделанных выводов, заключений и предложений, включающих в себя направления дальнейших исследований. Основные теоретические и методологические положения концепции безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров, сформулированные в диссертации, подтверждаются критическим анализом обширного статистического материала; корректным применением исследовательского и аналитического инструментария; доказательностью аналитических выводов как основания для предложенных научно-методических и практических решений; обсуждением полученных результатов диссертационного исследования на международных и всероссийских конференциях, а также публикациями результатов исследования в монографиях и рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, положительными результатами внедрения методов в деятельность ОАО «РЖД», включением рекомендаций автора в действующие нормативно-методические документы.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом 20-летних исследований, основанных на научно-теоретических построениях; на практической работе с различными проектными организациями, на полигонах автомобильных и железных дорог, транспортных развязках, территориях городской инфраструктуры и зонах жилой застройки; на выполнении НИР, в том числе в проведении натурных экспериментов. Постановка задач исследований, разработка логики исследований, обобщение материала, теоретические разработки, выводы, защищаемые положения и апробация результатов исследования принадлежат автору.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные идеи, теоретические положения, практические результаты, а также выводы диссертационного исследования докладывались, обсуждались и получили положительную оценку от ведущих экспертов на научно-практических кон-

ференциях международного и всероссийского уровня, региональных симпозиумах и семинарах. Результаты диссертационного исследования докладывались на 20 международных, 5 всероссийских и 3 региональных конференциях, среди них: Всероссийская науч.-метод. конф. «Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах», СПб, 2011; Третья международная конф. «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте», СПб, 2012; Международная науч.-практ. конф. «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе», Новосибирск, 2012; Региональная науч.-метод. конф. «Актуальные проблемы образования и науки в области техносферной безопасности», СПб, 2013; IV, V, VIII Международные науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экономической и социально-экологической безопасности Поволжского региона», Казань, 2011, 2013, 2016; Materials of I International Research and Practice conference SCIENCE AND EDUCATION- 2014 September 5-6, 2014 Technical sciences, M., 2014; Четвертая международная науч.-практ. конф. «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте», СПб, 2014; Международная науч.-практ. конф. «Транспортный комплекс в регионах: опыт и перспективы организации движения»: Воронеж, 28 мая 2015; X Международная науч.-практ. конф. молодых ученых: курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов) Минск, РБ, КИИ, 2016; II Всероссийская науч.-технич. конф. с участием молодых ученых: «Инновационные материалы в технологии и дизайне». 24-25 марта 2016 г – СПб, СПбГИКИТ, 2016; XXVI Международная науч.-практ. конф. «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке», М, 2016; III Международная науч.-практ. конф.: «Наука России: Цели и задачи». 10 июня 2017 г. М, 2017; XVII Международная научн. чт. (памяти Зворыкина В.К.) 01 ноября 2017 г. М; Девятая международная науч.-практ. конф.: «Транспортная инфраструктура Сибирского региона», Иркутск, 10 – 13 апреля 2018 г.; XXXIV Международная науч.-практ. конф.: «Современные проблемы охраны труда и окружающей среды» Химки, 01 марта 2024 г., Химки.: Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика; VII Международная науч.-практ. конф. «Безопасный и комфортный город». 25-26 апреля 2024 г. Орел, Орловский гос. универ. имени И.С. Тургенева, 2024; Всероссийская науч.-практ. конф. «Город XXI века. Мировые тренды и региональные особенности». Орёл. 19-20 декабря 2024 г. Орел. Орловский гос. универ. имени И.С. Тургенева; III Международная науч. конф. «Проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве». Макеевка, 13 февраля 2025 г. «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; VIII Международная науч.-практ. конф. «Безопасный и комфортный город». 23-25 апреля 2025 г. Орел, Орловский гос. универ. имени И.С. Тургенева, 2025 и др.

Исследования диссертанта в области совершенствования оценки ущерба от несчастных случаев на производстве являются победителями 3-

го конкурса на предоставление грантов ОАО «РЖД» «Молодым ученым на проведение научных исследований в 2012 г.».

Результаты диссертационного исследования также применяются в учебном процессе в СПбГТИ(ТУ) – для актуализации и развития отдельных дисциплин, посвященных охране и безопасности труда: уровни подготовки – магистратура, аспирантура, а также профессиональная переподготовка и курсы повышения квалификации специалистов по охране труда.

Результаты диссертационной работы внедрены в производственную деятельность Холдинга ОАО «РЖД». Автором разработаны 11 нормативных документов, включая: СТО РЖД 15.005 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД» Организация внутреннего аудита и порядок его проведения», СТО РЖД 15.013 «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Электрическая безопасность. Общие положения», СТО РЖД 15.05 «Проходы служебные на объектах ОАО «РЖД». Технические требования, правила устройства и содержания», СТО РЖД 15.019-2017 Система управления пожарной безопасностью в ОАО «РЖД». Порядок организации и проведения производственного контроля, «Регламент взаимодействия ОАО «РЖД» с дочерними обществами по вопросам охраны труда, окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности, непроизводственного травматизма», «Стратегия управления безопасностью труда и охраной здоровья на основе риск-менеджмента» и др.

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические и прикладные результаты диссертационного исследования регулярно публиковались автором лично и в соавторстве на протяжении 2010-2025 годов. За этот период было опубликовано более 70 работ, в том числе 7 монографий, 24 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (включая 15 статей по специальности 2.10.3 Безопасность труда), 11 НИР плана НТР ОАО «РЖД». Общий объем печатных работ – 160,25 п. л., в том числе авторский – 81 п. л.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, включающих в себя 77 параграфов, заключения, списка использованных источников, двух приложений. Работа содержит 90 таблиц и 79 рисунков. Список литературы включает 251 наименование. Общий объем работы 455 стр. Оригинальность работы – 91 %.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** раскрывается актуальность темы исследования, формулируются его цели и задачи, объект и предмет исследования; изложена методология исследования, указаны теоретическая и практическая значимость, приведены основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе «Аналитический обзор проблемы обеспечения безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров» проведен многомерный анализ существующих нормативных требований по охране и безопасности труда в индустрии транспортного строительства, показавший, что приблизительно каждые 10 лет меняются акценты безопасности, вводятся новые нормативные документы, происходит ужесточение требований и нормативов.

Изучены виды, структура и причины производственного травматизма на производствах, участвующих в создании объектов транспортного строительства.

Установлено, что за последние 20 лет уровень производственного травматизма со смертельным исходом снизился в 3,3 раза; с несмертельным исходом – 4,97 раза; количество потерянных рабочих дней в случае временной нетрудоспособности на одного пострадавшего возросло в 1,76 раза.

Установлено, что ТПК представляет собой совокупность нескольких транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) и (или) транспортно-пересадочных комплексов конструктивно, технологически или иным образом связанных между собой, т.е. интеграцию транспортно-пересадочных комплексов и транспортно-пересадочных узлов. Размещение ТПК на базе железнодорожного транспорта осуществляется исходя из обеспечения возможности поэтапного перехода от системы организации пассажирских железнодорожных перевозок по многообразным несогласованным маршрутам к «хабовому» или кластерному принципу с последующей возможностью выстраивания системы мультимодальных пассажирских перевозок с участием других видов транспорта.

Классифицированы типы и виды ТПУ в зависимости от архитектурно-планировочных особенностей и взаимного расположения в профиле различных элементов, что предопределяет используемые технологии и технику.

Проведенный анализ технологических карт позволил выделить ряд строительной, дорожной и специализированной железнодорожной техники (отечественные и зарубежные марки), используемой при строительстве транспортно-пересадочных кластеров в количестве 35 объектов.

Рассмотрены особенности возведения земляного полотна, устройства оснований и покрытий дорожных одежд для автомобильной части и верхнего строения пути железнодорожной компоненты транспортно-пересадочного узла; приведены этапы возведения железнодорожного пути; дана характеристика используемых в этом процессе типов и видов тяжелых путевых машин.

Для оценки безопасности персонала при создании ТПК рекомендовано использование принципов «жизненного цикла»: именно эта философия позволяет «замкнуть» все «входящие – выходящие» материальные потоки, обеспечить многогранные нормы безопасности на каждом этапе строительства, интегрировать все аспекты безопасности строящегося объекта.

На основании вышесказанного выполнена оценка состояния условий труда персонала, задействованного в создании транспортно-пересадочных узлов.

Установлено, что строительная площадка характеризуется специфичным перечнем ОВПФ, особым характером и спецификой строительных работ. Последние часто выполняются в сжатые сроки, на открытом воздухе в сложных природно-климатических условиях, на территории действующих предприятий или в стесненных условиях плотной городской застройки, с использованием большого количества подрядных организаций, при этом значительная часть указанных работ выполняется на высоте с применением различных средств механизации. Проведена оценка тяжести труда на рабочих местах транспортного строительства; установлено, что существующий перечень показателей тяжести трудового процесса и способы получения их составных элементов является устаревшими и не всегда достоверными.

Проанализирован комплекс мероприятий по улучшению условий труда и предупреждению производственных травм и заболеваний работников, выявлены существующие недостатки и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе «Ранжирование воздействия опасных и вредных производственных факторов на персонал при строительстве ТПК» предложен методологический подход, разработаны методики и проведена оценка воздействия опасных и вредных производственных факторов на персонал при строительстве ТПК.

В условиях неопределенности и ограниченности информации для транспортного строительства наиболее оправданным явилось использование методов экспертных оценок, так как невозможно провести оценку объектов и процессов другими методами.

Процедура применения экспертных оценок включала в себя: построение эвристической модели; постановку экспертного анализа; проведение экспертного опроса (интервьюирования) работников с целью получения оценок; математическая (статистическая) обработка полученных оценок и интерпретация результатов для выработки стратегии принятия корректирующих решений для защиты персонала.

С целью выяснения реального положения условий труда (далее – УТ) на строительной площадке была разработана оценочная анкета, включающая семь вопросов, а работникам 25 различных профессий (по возведению автомобильной и железнодорожной компоненты ТПК) было предложено пройти интервьюирование. Ранжирование вопросов отражало оценку ОВПФ, наиболее важных, критичных для работников: химические вещества в воздухе рабочей зоны; аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (далее – АПФД); шум; вибрация; качество обучения по вопросам охраны труда (далее – ОТ); удовлетворенность номенклатурой и степенью защиты средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ); показатели напряженности труда.

Оценка степени значимости параметров работниками (экспертами) производилась путем ранжирования, то есть присвоения им рангового номера. Фактору, который наиболее важен (критичен) для конкретного рабочего места (профессии), работник (эксперт) давал наивысшую оценку и присваивал ранг 1, а если эксперт признавал несколько факторов равнозначными, то им присваивался одинаковый ранговый номера, так называемые «связанные» ранги.

Данные опроса обрабатывались следующим образом: для каждого фактора вычислялась сумма рангов, определяемая по формуле:

$$\sum_{j=1}^m a_{ij}, \quad (1)$$

где m – число опрошенных работников (экспертов, специалистов); a_{ij} – ранг i -го фактора, присвоенный j -м исследователем.

Вычисление отклонения Δ_i суммы рангов от средней суммы рангов для каждого из факторов осуществлялось по формуле:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}, \quad (2)$$

где Δ_i – отклонение суммы рангов i -го фактора от средней суммы рангов; k – число факторов; $\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}$ – средняя сумма рангов.

Оценка степени согласованности мнений работников (экспертов) производилась с помощью коэффициента конкордации Кэнделла (W).

Затем после определения значения отклонения суммы рангов i -го фактора от средней суммы рангов (Δ_i) для каждого из факторов оценивалась степень согласованности мнений опрошенных специалистов, а коэффициент конкордации (W) вычислялся по формуле:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^k \Delta_i^2}{m^2(k^3 - k)}, \quad (3)$$

где Δ_i – отклонение суммы рангов i -го фактора от средней суммы рангов; k – число рассматриваемых (исследуемых) факторов; m – число опрошенных работников (экспертов).

Определим отклонение по формуле:

$$\Delta = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n} \quad (4)$$

Выполним проверку правильности составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы по формуле:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n) \cdot n}{2} \quad (5)$$

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+7) \cdot 7}{2} = 28$$

Далее, выполним оценку средней степени согласованности мнений всех экспертов. Воспользуемся коэффициентом конкордации для случая(ев), когда имеются связанные ранги (одинаковые значения рангов в

оценках одного эксперта), для чего использовался критерий согласования Пирсона, позволяющий осуществить проверку гипотезы о соответствии эмпирического распределения теоретическому и определяемый по формуле:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot m \cdot n(n+1) + \frac{1}{n-1} \sum T_i}, \quad (6)$$

где T_i - число связок (видов повторяющихся элементов) в оценках i -го эксперта; t_i - количество элементов в i -й связке для i -го эксперта (количество повторяющихся элементов); $S = 3729,5$; $n = 7$; $m = 25$

$$\chi^2 = \frac{15524,5}{\frac{1}{12} \cdot 25 \cdot 7(7+1) + \frac{1}{7-1} \cdot 0,5} = 133,45$$

Вычисленный χ^2 сравниваем с табличным значением для числа степеней свободы $k = n-1 = 7-1 = 6$ и при заданном уровне значимости $\alpha=0,05$.

Оценка степени согласованности мнений всех интервьюированных работников осуществлялась по формуле (3):

$$W = \frac{15524,5}{\frac{1}{12} \cdot 25^2 \cdot (7^3 - 7) - 25 \cdot 0,5} = 0,89$$

Так как $\chi_p^2 \geq \chi_t^2$ ($133,45 \geq 12,59159$), то $W = 0,89$ – величина не случайная, а полученные результаты можно использовать для дальнейших исследований.

Полученное значение $W = 0,89$ указывает на наличие высокой степени согласованности мнений опрошенных рабочих (экспертов).

$$T_{1,9,13,17} = [(2^3-2)]/12 = 0,5$$

$$\sum T_i = 0,5+0,5+0,5+0,5 = 2$$

Так как в матрице имеются связанные ранги в оценках (№ 1,9,13,17) интервьюированных работников, произведем их переклассификацию, а матрицу преобразованных рангов приведем в виде таблицы 1.

На основе полученной суммы рангов (таблица 1) вычисляем показатели весомости рассмотренных параметров. Матрицу опроса преобразуем в матрицу преобразованных рангов по формуле:

$$S_{ij} = X_{\max} - X_{ij} \quad (7)$$

где $X_{\max}$ – максимальное количество исследуемых факторов = 7: X_1 – повышенный уровень шума; X_2 – повышенный уровень вибрации; X_3 – повышенный уровень химических веществ; X_4 – повышенная концентрация АПФД; X_5 – высокая напряженность труда; X_6 – удовлетворенность номенклатурой и степенью защиты СИЗ; X_7 – удовлетворенность качеством обучения по ОТ.

Представим в графической форме вклад веса фактора в распределение вредности (опасности) факторов на строительной площадке (рис. 1).

Таблица 1 – Матрица преобразованных рангов воздействия ОВПФ на работников при строительстве ТПК

[illegible]

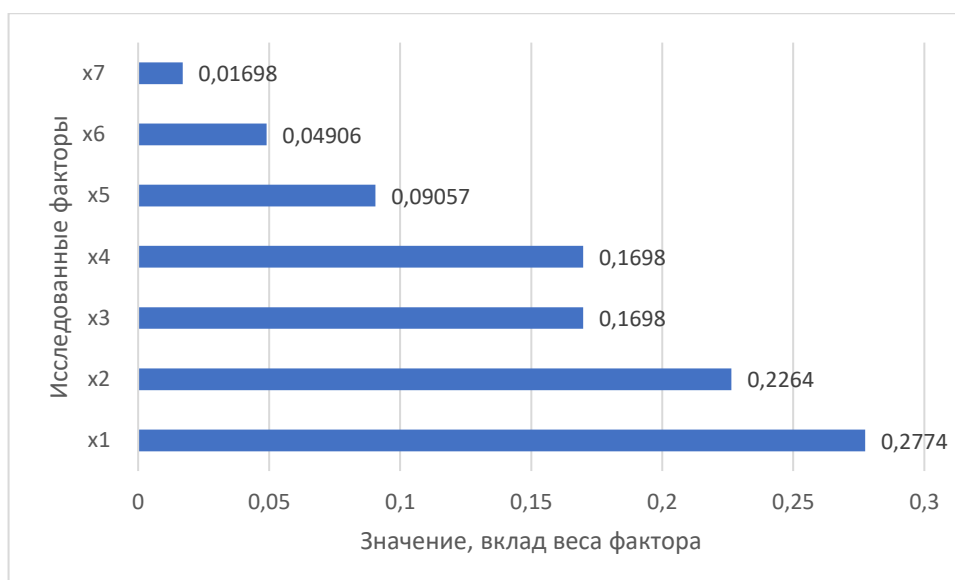


Рис. 1 – Вклад веса фактора в распределение вредности (опасности) факторов на строительной площадке

Проведенное математическое моделирование позволило ранжировать приоритетность (важность) ОВПФ следующим образом: повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенная концентрация химических веществ и АПФД в воздухе рабочей зоны; высокая напряженность труда, удовлетворенность номенклатурой и степенью защиты СИЗ; качество обучения по ОТ.

Для комплексной оценки безопасности персонала, эксплуатирующего строительные, дорожные и тяжелые путевые машины, предлагается методологический подход, предполагающий разделение используемой техники по видам строящихся объектов (дорожная и железнодорожные компоненты) и видам техники (землеройные, фундаментные и буровые, оборудование для подготовки, транспортировки и уплотнения, подъемные машины и оборудование, машины и оборудование для строительства автомобильных дорог (далее – АД), машины и оборудование для специализированных работ), что позволяет создать методики экспериментальной оценки воздействия, базирующиеся на действующих нормативных документах и модифицированные автором для использования в целях данного исследования.

Натурные исследования по оценке воздействия ОВПФ были проведены непосредственно на открытых и/или защищенных рабочих местах, включая кабины управления и пульты, в зоне воздействия факторов на работников.

Для каждого вида ОВПФ были разработаны методики экспериментальной оценки воздействия, базирующиеся на действующих нормативных документах и модифицированные автором для использования в целях данного исследования.

Известно, что для устройства 1 км дорожной одежды с цементобетонным покрытием используются от 97 до 207 СДМ и механизмов, а при

строительстве АД соответственно III-I категорий с асфальтобетонным покрытием – от 39 до 72 машин; для строительства железнодорожной компоненты – от 2 до 10 машин.

С учетом морального и физического износа строительных, дорожных, технологических машин и специального подвижного состава (далее – СПС) показано, что на практике не в полной мере обеспечиваются требования к рабочим местам и производственным помещениям и (п. 4.1.1., 4.1.3., п 4.2.1 - п. 4.2.2, п. 4.3.13-4.3.14) СП 2.5.1250-03, п. VI-VIII, XIV «Правил по охране труда при производстве дорожных строительных и ремонтно-строительных работ».

Были проведены натурные измерения приоритетных семи ОВПФ на рабочих местах операторов (табл. 1) 35 видов (типов) СДМ и ТПМ.

Для оценки воздействия использовалось сертифицированное, поверенное оборудование и аттестованные методики: МИ Ш.ИНТ-02.01-2018; МИ ОВ.ИНТ-05.01-2018; МИ ХВ-19.01-2018; МИ ХВ-37.01-2018; ПНД Ф 13.1:2:3.25-99; МИ ХВ-40.01-2018; МИ АПФД-18.01.2018; МИ НТП.ИНТ-17.01-2018.

Экспериментальные исследования виброакустических факторов: внутреннего уровня шума на рабочих местах операторов (эквивалентный уровень звука), эквивалентного скорректированного уровня виброускорения – осуществлялись для рабочего и технологического режимов работы. По результатам проведенных исследований установлено превышение действующих предельно-допустимых уровней (далее – ПДУ) для ряда машин. Результаты исследований приведены на рис. 2-3.

Установлено превышение норм ПДУ внутреннего уровня шума на рабочих местах операторов СДМ и ТПМ для 14 видов техники в транспортном и 16 в технологическом режимах работы.

Так, наибольшее превышение действующих ПДУ для транспортного режима работы техники на 4-11 дБА характерно для вибрационных катков, выправочно-подбивочно-рихтовочных машин и коперов с грузовой стрелой, по фактору уровня шума рабочие места относятся к классу условий труда 3.1 – 3.2.

Для технологического режима работы превышение ПДУ установлено на 2-23 дБА для дизель-молотов, сваебойных установок, компрессоров, коперов с грузовой стрелой и др., по фактору уровня шума рабочие места относятся к классу условий труда 3.2 - 4.

Экспериментальное исследование уровней вибрации на рабочих местах выявило превышение действующих ПДУ согласно СанПин 1.2.3685-21 для 5 видов техники или (14,28 %) применяемых на строительной площадке.

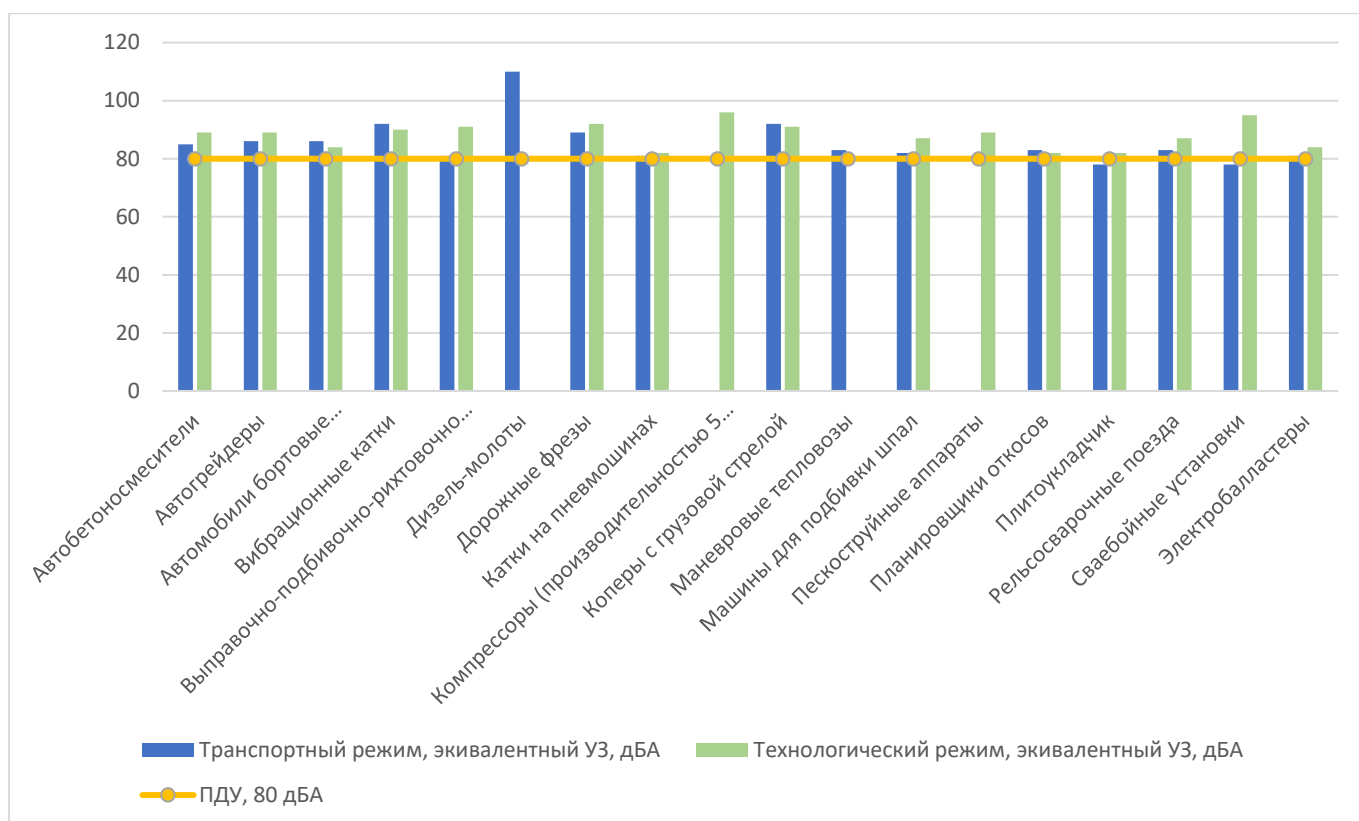


Рис. 2 – Превышение ПДУ по шуму на рабочих местах операторов СДМ и ТПМ

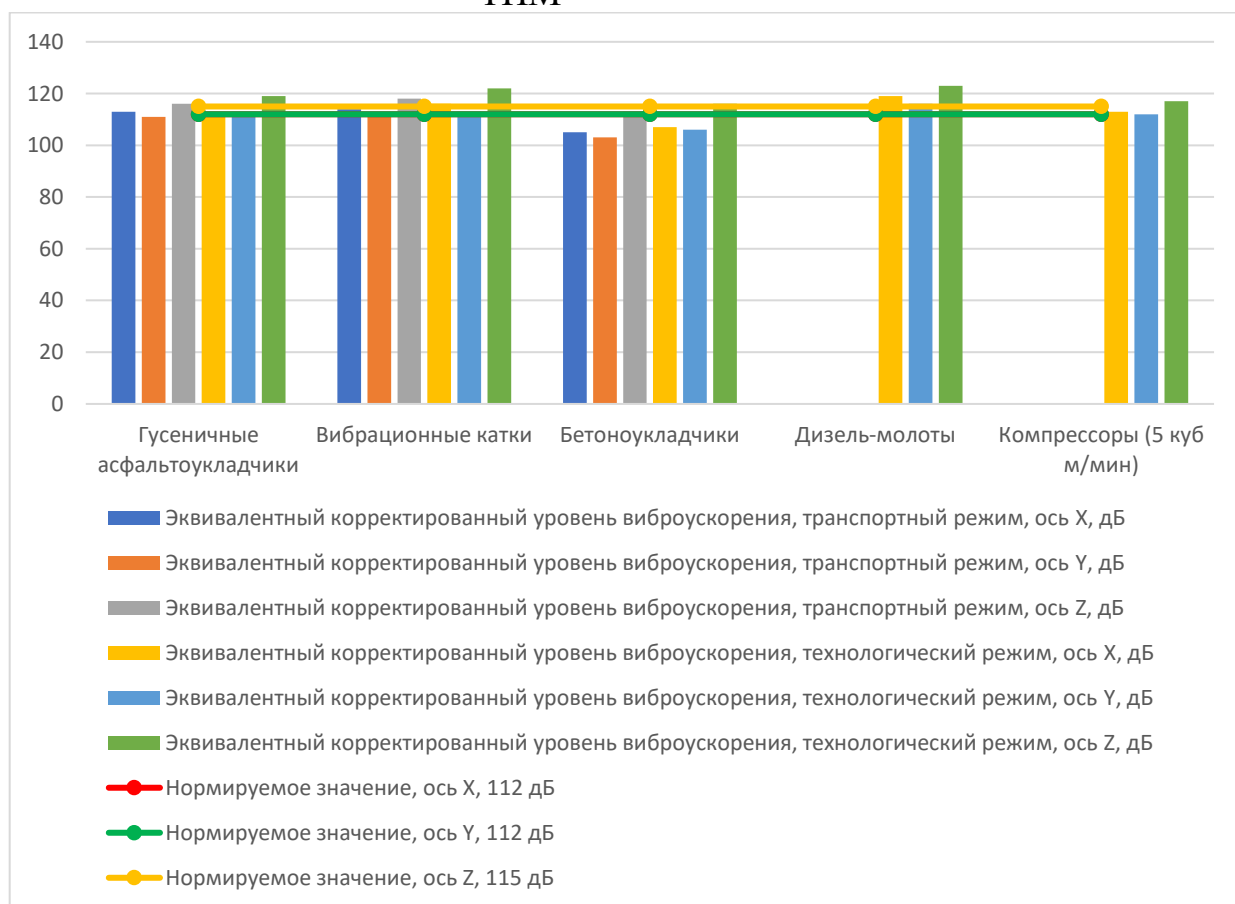


Рис. 3 – Превышение ПДУ по вибрации на рабочих местах операторов СДМ

Наибольшее превышение норм ПДУ установлено для гусеничных асфальтоукладчиков 1-2 и 1-4 дБ, для вибрационных катков 2-3 и 4-7 дБ для транспортного и технологического режима работы соответственно, а также в технологическом режиме для бетоноукладчиков – 1 дБ; дизель-молотов – 4-7 дБ и компрессоров – 1-2 дБ. Таким образом, УТ на рабочих местах операторов (машинистов) по фактору вибрации относятся к классу (подклассу) 3.1-3.2.

С целью повышения эффективности, снижения затрат и скорости разработки корректирующих (защитных) решений предлагается выделить (классифицировать) 6 групп машин по их акустической опасности для операторов (машинистов) – табл. 2. Поскольку большинство техники имеет максимальные уровни шума, соответствующие ПДУ, в качестве критерия шумности применяется эквивалентный уровень звука. При отнесении техники к той или иной категории учитывается наибольший измеренный эквивалентный УЗ.

Некоторые виды техники имеют, помимо превышения ПДУ по шуму, превышение ПДУ по вибрации. В таком случае возле цифры, обозначающей номер категории, рекомендуется ставить знак «*».

Таблица 2– Рекомендуемое категорирование СДМ и ТПМ, используемой для строительства ТПК по уровню шума

Категория (класс)	Наименование класса машин по степени шумности	Критерий шумности, дБА	
		Внутренний шум в рабочей зоне (кабине) оператора	Внешний шум (оку- жающей среде, рабо- чей зоне дорожных и строительных профес- сий)
1	Умеренно шумные (автогудронаторы, автомобильные краны, хоппер-дозаторы)	71-75	66-80
2	Допустимо шумные (асфальтоукладчики колесные, буль- дозеры, краны гусеничные, подме- тально-уборочные машины, путевые рельсосварочные машины)	76-80	81-85
3	Шумные (автомобили бортовые, маневровые тепловозы, рельсосварочные поезда, электробалластеры)	81-85	86-90
4	Повышенной шумности (автобетоносмесители, автогрей- деры, пескоструйные аппараты, рель- соукладочные машины)	86-90	91-95
5	Высоко шумные (коперы с грузовой стрелой, ком- прессоры, сваебойные установки)	91-95	96-100
6	Чрезвычайно высоко шумные (дизель-молоты)	96-105 и более	101-110 и более

С целью оценки воздействия химического фактора на работников был проведен натурный эксперимент по определению приоритетных вредных веществ в воздухе рабочей зоны операторов (машинистов) 33 видов (типов техники), имеющей ДВС.

Оценивались концентрации пяти (наиболее типичных и нормируемых) химических веществ: оксид углерода (II), диоксида азота, суммарные углеводороды, непредельные углеводороды, акролеин.

По результатам проведенных исследований установлено превышение действующих предельно-допустимых концентраций (далее – ПДК) для ряда СДМ и ТПМ – табл.3.

Таблица 3 - Концентрации химических веществ в кабинах операторов (машинистов) машин, использующихся при строительстве ТПК (фрагмент)

№	Тип, вид строительной, дорожной и железнодорожной техники / режим работы	Усредненные концентрации загрязнителя в кабине оператора (серия опытов), мг/ м ³				
		Оксида углерод	Диоксида азот	Углеводороды	Непредельные углеводороды	Акролеин
1	Автогрейдеры	22,5-24,3	2,51-2,65	1045,9-1059,4	341,6-361,2	0,229-0,235
	Технологический режим	25,8-27,2	2,71-2,91	1213,1-1225,1	402,1-421,4	0,249-0,271
2	Автогудронаторы	20,7-24,0	2,52-2,68	1690,7-1725,4	458,3-487,1	0,23-0,25
	Технологический режим	22,5-24,1	2,69-2,73	1819,1-1910,0	505,1-524,9	0,224-0,25
3	Асфальтоукладчики гусеничные	21,05-23,56	2,20-2,34	978,8-1053,0	339,8-351,0	0,22- 0,234
	Технологический режим	23,8- 24,8	2,41-2,76	1089,2-1241,8	489,8 - 539,8	0,25-0,276
4	Бетоноукладчики	22,9-24,25	2,39-2,49	959,4-1044,6	329,5-348,9	0,20-0,215
	Технологический режим	24,9-26,0	2,53-2,80	1001,5-1157,4	493,1-521,9	0,22-0,245
5	Бульдозеры	22,6-24,02	2,23- 2,47	984,6-1026,8	343,12-361,0	0,22-0,239
	Технологический режим	25,1-25,9	2,53-2,81	1075,9-1158,1	398,1-424,4	0,235-0,248
6	Буровые установки	24,0-25,9	2,51-2,81	1087,2-1112,9	379,2-389,6	0,23-0,245
	Технологический режим	26,8-28,1	2,76-2,90	1159,8-1241,3	398,6-415,1	0,249-0,251
7	Вибрационные катки	24,2-25,4	2,47-2,79	1053,4-1099,8	352,2-369,1	0,23-0,248
	Транспортный режим					
	Технологический режим					
8	Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины	27,1-31,2	2,58-2,92	1236,5-1314,7	387,6-421,4	0,231-0,251
	Технологический режим	31,4-32,9	2,99-3,52	1298,1-1345,0	451,2-471,8	0,234-0,26
9	Дизель-молоты	23,7-25,8	2,51-2,75	1229,8-1268,2	385,5-409,0	0,23-0,264
	Технологический режим					
10	Дорожные фрезы	22,8-23,5	2,30-2,49	1049,7-1089,1	332,5-355,8	0,22-0,241
	Транспортный режим					
	Технологический режим					
11	Машины для подбивки шпал	25,8-26,7	2,34-2,71	1154,2-1176,2	416,8-429,7	0,234-0,331
	Технологический режим	26,9-27,3	2,40-2,73	1168,8-1192,2	425,4-434,6	0,238-0,337
12	Рельсосварочные поезда	25,1-26,8	2,48-2,61	1068,9-1087,0	367,4-379,2	0,24-0,264
	Технологический режим	22,1-22,8	2,31-2,42	1048,4-1056,1	349,3-354,2	0,22-0,238
13	Рельсоукладочные машины	26,9-27,3	2,64-2,71	1089,2-1114,2	369,5-378,1	0,237-0,244
	Технологический режим	27,8-28,5	2,72-2,82	1103,7-1136,8	384,8-399,1	0,242-0,245
14	Сваебойные установки	22,4-25,3	2,26-2,35	1023,5-1052,3	338,9-348,5	0,21-0,22
	Технологический режим	20,5-21,1	2,12-2,39	1001,2-1010,8	328,7-334,5	0,19-0,21

Для всех видов техники установлено превышение установленных ПДК, причем для большей части объектов – наибольшее поступление химических веществ в воздух рабочей зоны оператора (1,12-1,41 раза) характерно для технологического режима, сопровождающегося повышенной и/или максимальной мощностью работы двигателя.

Наибольшее превышение норм по СанПин 1.2.3685-21 для оксида углерода (II) отмечено для 3 видов СДМ: автомобильные краны, буровые установки, вибрационные катки; из ТПМ: выправочно-подбивочно-рихтовочные, маневровые тепловозы, рельсоукладочные и др.

Превышение норм ПДК диоксида азота характерно для всех режимов работы следующих видов СДМ: автогрейдеры, автомобильные краны (50 т), буровые установки, вибрационные катки, а также для 5 видов ТПМ: краны на железнодорожном ходу, выправочно-подбивочно-рихтовочные, маневровые тепловозы, рельсоукладочные.

Превышение норм ПДК акролеина в транспортном и технологических режимах работы характерно для 6 видов (типов) СДМ: автогрейдеры, гусеничные асфальтоукладчики, вибрационные катки, гусеничные краны (120т), дизель-молоты и дорожные фрезы, а также ряда видов (типов) ТПМ: выправочно-подбивочно-рихтовочные, подбивочные и маневровые тепловозы.

Для ряда машин (автогудронаторы, асфальтоукладчики) повышенное содержание углеводородов в воздухе рабочей зоны является сочетанным, за счет поступления этих веществ и от строительных материалов.

Рабочие места операторов (машинистов) по химическому фактору относятся к вредным условиям труда (класс 3), первой степени вредности (3.1).

Для оценки УТ по показателю АПФД было исследовано 32 вида СДМ и ТПМ, (имеющих кабину), а также создаваемые концентрации в зоне воздействия смежных строительных профессий.

Результаты полевых исследований по определению концентрации АПФД (пыль 10-70% SiO_2) приведены на рис. 4 (фрагмент).

Самыми дискомфортными по воздействию АПФД машинами (зона кабины, воздух рабочей зоны) явились экскаваторы, бульдозеры с рыхлителем, сваебойные установки, планировщики откосов и дорожные фрезы, а в рабочей зоне иного строительного персонала (окружающая среда) – пескоструйные аппараты, бульдозеры с рыхлителем, экскаваторы, бульдозеры и подметально-уборочные машины.

Образование пыли обуславливают недостаточная влажность грунта и других материалов, наличие в грунтах дисперсных пылеватых и глинистых частиц, деятельность ветра.

Из всех рассмотренных видов СДМ и ТПМ в технологическом режиме работы ПДК_{врз} не превышена лишь у 2х типов машин, у остальных имеет место превышение действующих санитарно-гигиенических нормативов в

3,8 раза, согласно СанПин 1.2.3685-21 УТ относятся к 3 классу условий труда – вредные, степень 3.1-3.2.

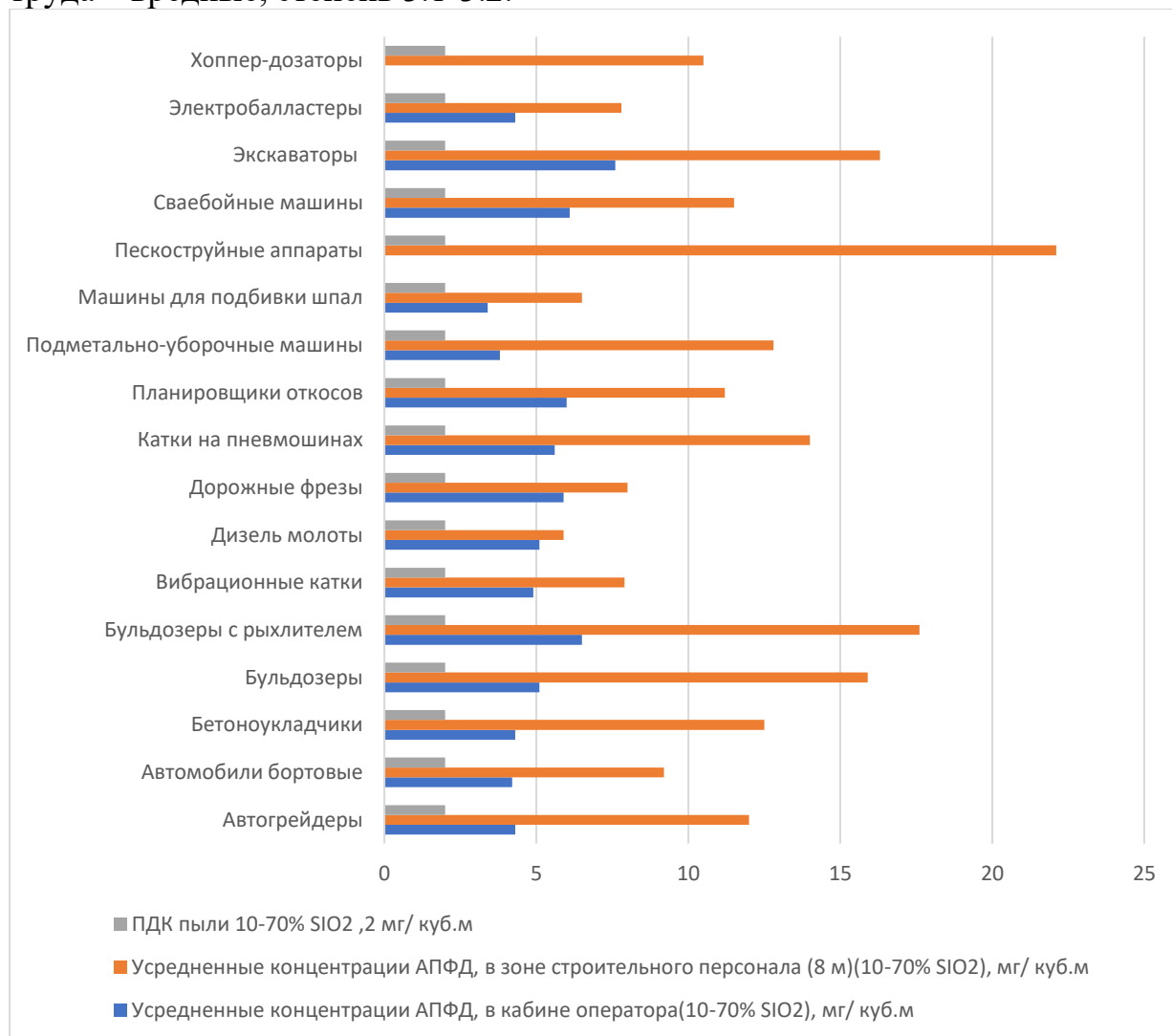


Рис. 4 – АПФД на рабочих местах операторов СДМ и ТПМ (технологический режим)

Пылевая нагрузка на иной строительный персонал выше, чем на операторов (машинистов) техники, в 1,35-1,82 раза по нижней границе и в 1,82-2,9 раза по верхней границе концентраций, что можно объяснить герметизирующими свойствами кабин операторов, рельефом местности и направлением воздушных потоков.

Исследования условий труда операторов (машинистов) техники, используемой для строительства ТПК по показателям фактора напряженности трудового процесса, включали в себя определение сенсорных и монотонных нагрузок, результаты приведены на рис. 5 (фрагмент).

По показателю «число производственных объектов одновременного наблюдения» наименее безопасными видами техники стали: автогрейдеры, колесные асфальтоукладчики, автобетоносмесители и автомобильные краны (50 т), что позволяет отнести условия труда на данных видах техники к третьему, вредному классу условий труда, степени вредности 3.1.

Анализ возникающей монотонности труда у операторов показывает, что по «числу элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций» наименее безопасными видами техники являются: компрессоры (производительностью 5 куб м/мин), автобетоносмесители, хоппер-дозаторы, пескоструйные аппараты и сваебойные установки. УТ работников, эксплуатирующих (обслуживающих) эти машины относятся к третьему, вредному классу условий труда (подклассы 3.1-3.2).

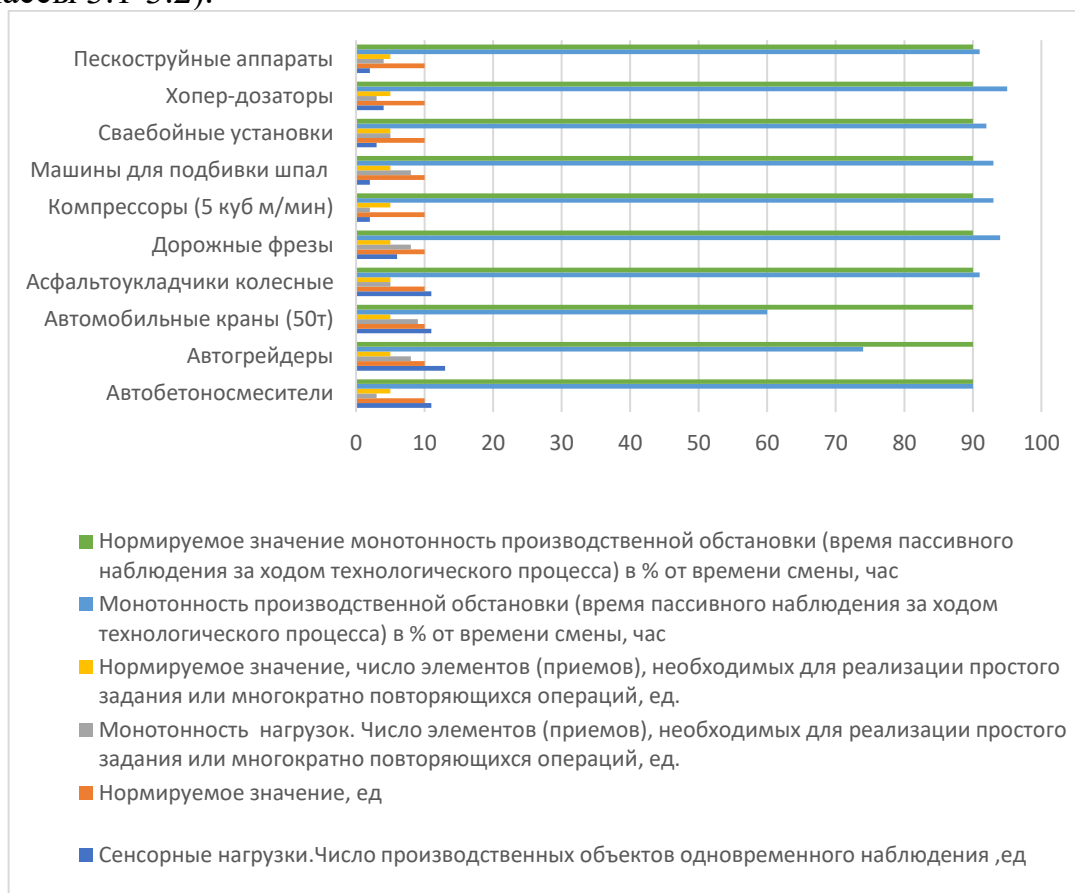


Рис. 5 – Превышения показателей сенсорных нагрузок и монотонности труда у операторов СДМ и ТПМ

По показателю «монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в % от времени смены)» наименее безопасными видами техники являются: хоппер-дозаторы, дорожные фрезы, компрессоры (производительностью 5 куб м/мин), машины для подбивки шпал и сваебойные установки. Условия труда работников, эксплуатирующих (обслуживающих) эти машины, относятся к третьему, вредному классу условий труда (подклассы 3.1-3.2).

В третьей главе «Совершенствование системы управления охраной труда предприятий транспортного строительства» разработан перспективный инструментарий для совершенствования системы управления охраной труда (далее – СУОТ).

Рассмотрены существующие коллизии на строительной площадке при нормировании показателей напряженности труда. В практической деятельности показатели напряженности трудового процесса (далее – НТП) при проведении специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) всё реже идентифицируются экспертами, а при проведении исследований (измерений) идентифицированных показателей последние относят к 1 или 2 классу условий труда.

Наблюдается процесс «перетекания» количества рабочих мест с «вредностью» по НТП в количество рабочих мест с показателем «тяжесть трудового процесса».

Например, для предприятий транспортного строительства по оценке условий труда отмечено снижение количества рабочих мест с превышением гигиенических нормативов по НТП примерно в 2 раза и увеличение количества рабочих мест с «вредностью» по тяжести более чем в 2 раза.

Причина изменений очевидна – уменьшение количества учитываемых показателей и сужение круга задействованных для идентификации рабочих мест.

С целью минимизации производственного травматизма на строительной площадке рекомендовано внедрение методологического принципа «Виден зеро».

Несчастные случаи и профессиональные заболевания на объектах транспортного строительства не предопределены и не являются неизбежными: у них всегда есть причины и источники.

Философия «нулевого травматизма» является трансформационным подходом, обеспечивающим три основных элемента: безопасность, здоровье и благополучие работника, ее внедрение позволяет создать безопасное рабочее место, повысить производительность труда, снизить потенциальный ущерб от каких-либо неблагоприятных исходов.

Для практической реализации предлагаемой философии «нулевого травматизма» и ее количественной оценки были разработаны контрольные вопросы и проведен аудит (анкетирование) работников с учетом следующих принципов оценки – табл. 4.

Таблица 4 – Шаги для достижения производства с «нулевым травматизмом» и безопасными условиями труда для предприятий строительства ТПК

Предлагаемые решения	Достигаемые цели
Стать лидером	Показать приверженность принципам
Выявить угрозы	Контролировать профессиональные риски
Определить цель и задачи	Разработать стратегию (программу)
Создать систему безопасности и гигиены труда	Минимизировать инциденты или нештатные ситуации
Обеспечить безопасность и гигиену труда на рабочих местах	При эксплуатации оборудования
Повышать квалификацию и профессиональные компетенции работников	Развивать профессиональные навыки
Инвестировать в персонал	Мотивировать посредством участия

Исключительно важным моментом при практической реализации создания культуры безопасности «нулевого травматизма» является количественная оценка достижения целей, для этого предлагается использование десятибалльной шкалы соответствия безопасности.

Разработанная автором оценочная шкала приведена в табл. 5

Таблица 5 - Шкала для оценки контрольных вопросов при проведении аудита программы «Vision Zero»

Баллы	Интерпретация
0	Работа по данному вопросу не проводилась
2	Определена процедура, но некоторые требования, в том числе и из нормативных документов не выполняются
4	Разработанная документация на объекте, не доведена до персонала, и (или) не изучена. Руководители не в полной мере выполняют свои обязанности в вопросах ОТ
6	Работники прошли обучение, рабочие места в большинстве соответствуют установленным требованиям, но при этом допускаются нарушения в их содержании, имеются некоторые недостатки в документации
8	Создана СУОТ, установлены параметры оценки, менеджмент отслеживает и анализирует результаты работы, однако имеются незначительные отступления
10	Работа по данному вопросу проводится в полном соответствии с установленными требованиями
–	Не оценивается

В случае если оценка отлична от 10 баллов, аудитором в соответствующем поле фиксируются признаки несоответствия требованиям, указывающие на определенное нарушение в деятельности объекта.

Каждый контрольный вопрос может получить оценку 10, 8, 6, 4, 2, 0 баллов или «–» – не оценивается. Балл выставляется за соответствие элемента установленным требованиям нормам ОТ.

При расчете итоговой аудиторской оценки проверяемого строительного предприятия по программе «Vision Zero» все контрольные вопросы считаются равнозначными. Итоговая оценка определяется по формуле:

$$\sum_{n=j}^i VZ \cdot \frac{\sum A}{N \cdot 10} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где $\sum_{n=j}^i VZ$ – итоговая аудиторская оценка проверяемого предприятия строительства по программе «Vision Zero»;

$\sum A$ – сумма баллов, полученных на всех шагах при проведении аудита;

N – количество оцениваемых вопросов.

Шкала оценки соответствия СУОТ философии «Vision Zero» приведена в табл. 6.

Таблица 6 – Оценка степени соответствия СУОТ философии «Vision Zero» на предприятии строительства

от 95% до 100%	Полностью соответствует
от 80% до 95%	В основном соответствует
от 60% до 80%	Частично соответствует
от 0% до 60%	Не соответствует

Для повышения квалификации и профессиональных компетенций работников (решение №6 «Vision Zero») необходимо повысить эффективность

обучения по охране труда, так как трудовой процесс предполагает многократное воздействие на исполнителя неких раздражителей (сходных процессов, однотипных операций и др.), что и формирует, в конечном счете, определенную реакцию или программу реагирования на них, то есть приспособляемость и адаптацию работника. Одной из причин невыполнения персоналом общих принципов безопасности является забывание полученных ранее знаний по безопасному труду. Первоочередным элементом превентивной защиты от производственных травм должно стать предупреждение забывания работником полученных знаний.

Известно, что обучение по вопросам охраны труда направлено на формирование, закрепление, развитие навыков и мотивацию безопасного поведения в производственной деятельности. Обучение безопасности является циклическим (постоянным) процессом и происходит на всей протяженности трудовой деятельности работника.

Для выбора эффективных практик запоминания действующих правил охраны труда было выполнено практическое изучение скорости забывания полученных знаний.

Контроль остаточных знаний был осуществлен в виде компьютерного тестирования. Для этого была отобрана характерная группа работников, участвующих в строительстве ТПК (руководители, специалисты, работники рабочих профессий) в количестве 50 человек. Исследование было выполнено в различных временных интервалах. Далее был осуществлен анализ существующих рекомендаций основателя школы психологии памяти Германа Эббингауза и предложено два практических решения: «двухдневная модель» – для краткосрочного запоминания и ограниченности времени на реализацию и «трехмесячная модель» – для запоминания информации на длительный срок. Графическая интерпретация моделей, направленных на максимально эффективное запоминание действующих норм и правил безопасности, приведена на рис. 6.

Проведенное экспериментальное исследование изучения скорости забывания действующих норм и правил по безопасным условиям труда на примере работников строительных и смежных специальностей, задействованных в строительстве ТПК, выявило стремительное забывание полученной ранее информации, что может явиться причиной возникновения несчастных случаев.

Использование приведенных моделей практически неограниченно и является действенным способом предупреждения несчастных случаев на производстве, сокращения малоэффективных затрат на обучение персонала и важным элементом построения системы управления охраной труда новой формации. Например, «двухдневную модель» можно использовать при реализации практически любых программ обучения по ОТ, а «трехмесячную» – для обучения по безопасному труду для работ повышенной опасности, что особенно важно для строительной отрасли.



Рис. 6 – Модели для лучшего запоминания информации по безопасным способам и методам работы персонала

В четвертой главе «Разработка концептуальных основ безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров» предложены методы, разработаны прогнозные экономико-математические модели, инструментарий и сформулирована парадигма безопасности труда на основе управления рисками при строительстве ТПК.

Разработана и предложена процедура прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда в строительстве.

Элементарная модель какого-либо стоимостного показателя безопасности может быть представлена в виде уравнения:

$$C_{ij} = f(X_j, Y_{ij}) k \tau (1 \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}), \quad (8)$$

Системы ограничений, накладываемые на независимые переменные, входят в состав уравнения:

$$\begin{aligned} \delta_{j \min} &\leq x_j \leq x_{j \max} \\ y_{j \min} &\leq y_{ij} \leq y_{i j \max}, \\ \tau_{\min} &\leq \tau \leq \tau_{\max} \end{aligned} \quad (9)$$

где C_{ij} – величина стоимостного показателя j -го элемента системы на i -й стадии его ЖЦ; x_i – параметры j -го элемента системы; y_{ij} – параметры производственного процесса на i -й стадии ЖЦ j -го элемента системы (внутризаводские факторы); $\kappa\tau$ – коэффициент, характеризующий тенденцию изменения затрат во времени (например, влияние отраслевых факторов).

Рассмотрим оценку эффективности создания прогнозной экономикоматематической модели типа «ресурсы – параметр».

При монокритериальном виде:

$$E = \frac{W}{3}, \quad (10)$$

где W – результат функционирования системы (предотвращенный тяжелый несчастный случай (падение работника при обслуживании оборудования), 500 тыс. руб., включающий: единовременную страховую выплату по линии СФ РФ на 01.02.2026 – 163 596,36 руб.; максимальный размер ежемесячной страховой выплаты 01.02.2026 – 125 789,16 руб. за полный календарный месяц; пособие по временной нетрудоспособности за полный календарный месяц – не ниже уровня МРОТ 27 093 руб. (с 01.01.2026); иные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию); 3 – затраты на ее функционирование (150 тыс. руб., включающие затраты на приобретение и установку системы безопасности 80 000 руб.; эксплуатационные расходы 40 000 руб.; обучение персонала 30 000 руб.).

При $E > 1$ – система эффективна (результат превышает затраты); $E = 1$ – система окупается (результат равен затратам); $E < 1$ при – система неэффективна (результат меньше затрат).

Приведем числовой пример по определению эффективности функционирования инновационной системы безопасности труда на основе соотношения полученного результата и понесённых затрат.

$$E = 3,33$$

Полученное значение эффективности 3,33 означает, что на каждый вложенный рубль затрат инновационная система безопасности труда генерирует 3,33 рубля результата, что свидетельствует о высокой эффективности инвестиций в систему безопасности труда.

а) При оптимальном распределении ресурсов:

$$W_{\max} \text{ при } C \leq C_{\text{пр}}, T \leq T_{\text{пр}}, \quad (11)$$

где W – результат функционирования (руб.); C – стоимость реализации системы (руб.), принимаем 200 тыс. руб.; $C_{\text{пр}}$ – предельная допустимая стоимость (руб.), 250 тыс.; T – время реализации системы (мес.), принимаем 8 месяцев; $T_{\text{пр}}$ – предельное допустимое время (мес.), стандартное значение 12 мес.

Проверка первого ограничения по стоимости:

$$C \leq C_{\text{пр}}, \quad (12)$$

Резерв по стоимости составит:

$$\Delta C = C_{\text{пр}} - C = 50\,000 \text{ руб.}$$

Проверка второго ограничения по времени:

$$T \leq T_{\text{пр}}, \quad (13)$$

Резерв по времени составит:

$$\Delta T = T_{\text{пр}} - T = 4 \text{ мес.}$$

Определение относительных резервов:

Резерв по стоимости $P_{\text{стоим}}$ (относительный):

$$P_{\text{стоим}} \frac{\Delta C}{C_{\text{пр}}} \times 100\% = 20\%$$

Резерв по времени $P_{\text{врем}}$ (относительный):

$$P_{\text{врем}} \frac{\Delta T}{T_{\text{пр}}} \times 100\% \quad (14)$$

$$P_{\text{врем}} \frac{\Delta T}{T_{\text{пр}}} \times 100\% = 33\%$$

Оба ограничения выполнены с запасом, следовательно, решение допустимо и может быть реализовано.

Таким образом, с учетом всех ограничений при $W = 750$ тыс. руб. и стоимости 200 тыс. руб., что на 20% меньше установленного лимита и времени реализации за 8 месяцев (на 4 месяца или 33% ранее установленного предельного срока), подтверждается техническая и экономическая осуществимость.

Наличие «запаса» по обоим ограничениям обеспечивает устойчивость системы к возможным рискам.

б) При минимальном распределении ресурсов:

$$C_{\text{min}} \text{ при } W \geq W_{\text{пр}}, T \leq T_{\text{пр}}, \quad (15)$$

где W – фактический результат функционирования (руб.); принимаем 650 тыс. руб.; $W_{\text{пр}}$ – минимально требуемый результат (руб.), принимаем 600 тыс. руб.; T – фактическое время реализации (мес.), принимаем 9 мес.; $T_{\text{пр}}$ – предельное допустимое время (мес.), 12 мес.

Проверка первого ограничения по результату:

$$W \leq W_{\text{пр}}, \quad (16)$$

Превышение требуемого результата:

$$\Delta W = W - W_{\text{пр}} = 650\,000 - 600\,000 = 50\,000 \text{ руб.}$$

Относительное превышение:

$$\frac{\Delta W}{W_{\text{пр}}} \times 100\% = 8,3\%$$

Проверка второго ограничения по времени:

$$T \leq T_{\text{пр}}$$

Резерв по времени:

$$\Delta T = T_{\text{пр}} - T = 3 \text{ мес.}$$

Оценка эффективности минимизации: достигнутая стоимость $C = 180\,000$ руб. является минимальной при выполнении всех требований.

Определим удельную стоимость единицы результата:

$$c_{\text{уд}} = \frac{C}{W}, \quad (17)$$

$$c_{уд} = \frac{c}{w} = 0,277 \text{ руб./руб. результата}$$

Это означает, что для получения 1 рубля результата требуется затратить 0,28 рубля, что является допустимым показателем эффективности, т.е. достигнута минимальная стоимость проекта в размере 180 000 руб. при значительном превышении целевого результата (на 50 000 руб. или 8,3%) и досрочной реализации (на 3 месяца раньше предельного срока).

Удельная стоимость результата 0,28 руб./руб. свидетельствует о высокой эффективности предлагаемой инновационной системы безопасности. Превышение целевого показателя на 8,3% создаёт дополнительную ценность.

Сравнивая варианты а) и б), оптимальным решением с точки зрения минимизации затрат при сохранении высокого качества результата и сокращении сроков реализации является вариант б) с минимальным распределением ресурсов.

На основании вышеизложенного разработана процедура прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда при строительстве ТПК.

Моделирование затрат на инновации в ОБТ при создании СДМ и ТПМ, охватывающее стадии создания, серийного внедрения и использования, приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Сводная таблица показателей инновационных систем безопасности труда для СДМ и ТПК при строительстве ТПК (фрагмент)

№	Название параметра	Формула	Расчетное значение	Характеристика (результат)
1	Эффективность, монокритериальная модель	$E = \frac{W}{3}$	$E = 3,33$	На 1 руб. вложенных ресурсов, получаем 3,33 руб. результатов, высокая эффективность вложений в сферу ОТ
2	Оптимальное распределение ресурсов	W_{max} при $C \leq C_{пр}, T \leq T_{пр}$	$W = 750$ тыс. руб.	Все ограничения выполнены с резервами (до 20% по стоимости, до 33% по времени)
3	Минимизация ресурсов	C_{min} при $W \geq W_{пр}, T \leq T_{пр}$	$C = 180$ тыс. руб.	Минимальные затраты при превышении целевого результата на 8,3%
4	Затраты на НИР	$C_j^{НИР} = C_j^{ОКР} \cdot k_{НИР}, \quad (18)$ где $C_i^{ОКР}$ - прогнозная модель затрат; $k_{ОКР}$ - коэффициент пропорциональности, характеризующий сложившиеся в данной отрасли соотношения	$C_{НИР} = 420$ тыс. руб.	35% от затрат на ОКР, 26% от общих затрат НИОКР

		между себестоимостью НИР и ОКР.		
5	Коэффициент успешности	$\mu = \frac{\sum \bar{C}^{OKP}}{\sum C^{OKP}}, \quad (19)$ где $\bar{C}^{OKP}$, C^{OKP} – успешно выполненные работы и все выполненные работы за определенный период времени, шт.	$\mu = 90\%$	Высокий уровень успешности выполнения работ
6	Затраты на НИОКР инновационной системы безопасности	$C_J^{CO3D} = C_J^{OKK}(1 + k_{НИР}), \quad (20)$ Доля НИР в общих затратах на НИОКР: $\frac{C_{НИР}}{C_{НИОКР}} \times 100\% = \frac{420\,000}{1\,620\,000} \times 100\% = 25,93\%$ Доля ОКР в общих затратах на НИОКР: $\frac{C_{ОКР}}{C_{НИОКР}} \times 100\% = \frac{1\,200\,000}{1\,620\,000} \times 100\% = 74,07\%$	$C_{НИОКР} = 1\,620\,000$ руб.	Доля НИР = 25,93%; Доля ОКР = 74,07%.
7	Модель затрат на создание	$C^{CO3D} = a_0 \cdot G^{a_1}_{кз} \cdot L^{a_2}, \quad (21)$ где a_0 – базовый (калибровочный) параметр модели, принимаем 50 000 руб.; $\alpha_1 = 0,6$ — показатель степени для параметра загрузки; $\alpha_2 = 0,3$ — показатель степени для параметра длины маршрута; $G^{a_1}_{кз}$ – максимальная загрузка, т, принимаем 25 т; L^{a_2} – предельная длина транспортного маршрута (км), принимаем 150 км.	$C_{созд} = 1\,550\,820$ руб.	Нелинейная зависимость от параметров системы (эффект масштаба)
8	Среднесовокупная себестоимость производства	$\bar{C}_J^{СП} = a_0 \cdot N^{a_1} \cdot i^{a_2} \prod_{k=1}^n X_{ij}^{a_3} \cdot k\tau \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (22)$ $\bar{C} = \frac{\bar{C}_N}{N_i}, \quad (23)$ где $\bar{C}$ – совокупная себестоимость партии из N из-	$\bar{C} = 136\,429$ руб./шт.	Эффект освоения производства 13,3%, экономия 950 тыс. руб.

		делий; $\bar{N}_i$ – количество изделий, выпущенное за период i .		
9	Минимизация годовой стоимости программы	$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^p (C_j^3 \cdot N_{ij} + E_n(C_j^{\text{НИОКР}} + C_j^{\text{СП}} \cdot N_{ij})) \rightarrow \min, \quad (24)$ При ограничениях: $\sum \sum (C_j^{\text{СП}} \cdot N_{ij} + C_j^{\text{НИОКР}}) \leq K_{\max}$ $r_{ij} \geq r_{i \min} \quad (25)$ где C_j^3, $C_j^{\text{СП}}$, $C_j^{\text{НИОКР}}$ - математические модели затрат на эксплуатацию, серийное производство и НИОКР инноваций в области безопасности труда ДСМ и ТПМ j-го типа в функции главных параметров L, $G_{\text{кн}}$ и серийности выпуска N; r_{ij} - среднегодовая наработка j-го типа; $r_{i \min}$ - минимальная наработка j-го типа техники; $K_{\max}$ - максимальные капиталовложения в инновации в индустрию дорожного строительства; E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.	СПРОГН = 3 170 000 руб.	Оптимальная структура из 3-х типов инноваций: - СП – 52%; - ЭКСПЛ. – 36%; - НИОКР – 12%.

Предложенная математическая модель прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда при строительстве ТПК показала высокую экономическую эффективность инвестиций в новшества (коэффициент 3,33); возможность оптимизации затрат на всех стадиях жизненного цикла; значимость эффектов масштаба и освоения производства (экономия до 13%); важность комплексного подхода с учётом полного жизненного цикла и дальнейшую применимость математических моделей для прогнозирования и принятия решений. Таким образом, улучшение условий труда за счет внедрения новшеств в области безопасности является не только прямой обязанностью работодателя, социально значимой задачей, но и экономически эффективным для строительно-дорожной отрасли.

Важным элементом создаваемой парадигмы безопасности на строительной площадке должно явиться управление профессиональными рисками, т.к. в технологических процессах создания ТПК участвуют более 100 наименований профессий.

С целью создания количественной методики оценки уровня ПР рабочих строительных профессий был выбран интегральный подход, сочетающий в себе профессиональный риск возникновения несчастных случаев (РВНС) и риск возникновения профессиональных заболеваний (РВПЗ), разработаны индикаторы оценки и математический аппарат.

Использование выбранной стратегии можно объяснить широкой номенклатурой ОВПФ, комплексностью и сочетанностью их воздействия на рассматриваемую группу персонала.

Детальное изучение технологических карт, документации на сырье и материалы, а также результатов отчетов о проведении СОУТ на рабочих местах строительного персонала ТПК позволили оценить нижние и верхние пределы РВНС и РВПЗ:

$$R_{\text{пр}} = R_{\text{РВНС}} + R_{\text{РВПЗ}} \quad (26)$$

где, $R_{\text{РВНС}}$ – риск возникновения несчастных случаев, % / год;

$R_{\text{РВПЗ}}$ – риск возникновения профессиональных заболеваний, %/

год.

Профессиональный риск возникновения несчастного случая, предлагается определять по разработанной автором эмпирической зависимости:

$$R_{\text{РВНС}} = K_{\text{НС}} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{j=1}^m U_{\text{ТНС}} - \Phi_{\text{НС}}) \cdot (U_{\text{ТМАКС}} - 1)}{C}} \cdot P_{\text{НС}} \quad (27)$$

где, $K_{\text{НС}}$ – поправочный коэффициент, принимается равный 10,0;

$\sum_{j=1}^m U_{\text{ТНС}}$ – суммарный уровень безопасности, соответствует количеству индикаторов опасности, соотносится с классами условия труда (1-4 классы), принимается $\Sigma U_{\text{Т}} \text{ мин} = 15$; $\Sigma U_{\text{Т}} \text{ макс} = 82$ минимальное и максимальное количество соответственно;

$\Phi_{\text{НС}}$ – число факторов риска возникновения и развития несчастного случая на производстве, принимается равным 15 для каждой из трех групп (безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций; применяемый инструмент и технологическое оборудование, характер выполняемых работ);

$U_{\text{ТМАКС}}$ – категория условий опасности работников, 1-7 (класс 1, класс 2, подклассы 3.1-3.4; класс 4), категорирование приведено согласно 426-ФЗ;

C – продолжительность работы в данной профессии, в соответствии 350-ФЗ, принимаем 45 лет;

$P_{\text{НС}}$ – расчетный период риска страхования от возникновения несчастного случая на производстве, принимается 1 год.

$R_{\text{РВНС}}$ составил для условий труда: класс 1 – 0,57%; класс 2 – 0,57-8,20%; класс 3.1 – 8,20 - 19,10%; класс 3.2 – 19,10 - 23,40%; класс 3.3 – 23,10 - 27,00%; класс 3.4 – 27,0 - 30,20%; класс 4 – 30,20 - 33,06%.

Профессиональный риск возникновения профессионального заболевания предлагается определять по разработанной автором эмпирической зависимости:

$$R_{\text{РВПЗ}} = K_{\text{ПЗ}} \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{j=1}^m \text{УТ}_{\text{ПЗ}} - \Phi_{\text{ПЗ}}) \cdot (\text{УТ}_{\text{МАКС}} - 1)}{C}} \cdot \text{П}_{\text{ПЗ}} \quad (28)$$

где, $K_{\text{ПЗ}}$ – поправочный коэффициент, принимается равный 10,0;

$\sum_{j=1}^m \text{УТ}_{\text{ПЗ}}$ – суммарный уровень безвредности, соответствует количеству индикаторов вредности и соотносится с классами условия труда (1-4 классы), принимается $\Sigma \text{УТ мин} = 15$; $\Sigma \text{УТ макс} = 66$ минимальное и максимальное количество соответственно;

$\Phi_{\text{ПЗ}}$ – число факторов риска возникновения и развития профессионального заболевания работника на производстве, принимается равным 15 для каждой из трех групп (гигиенические условия труда, напряженность труда, тяжесть труда);

$\text{УТ}_{\text{МАКС}}$ – категория условий опасности работников, 1-7 (класс 1, класс 2, подклассы 3.1-3.4; класс 4), согласно 426-ФЗ;

C – продолжительность работы в данной профессии, в соответствии 350-ФЗ, принимаем 45 лет;

$\text{П}_{\text{ПЗ}}$ – расчетный период срока страхования работника от риска возникновения профессионального заболевания, принимается 1 год.

$R_{\text{РВПЗ}}$ составил для условий труда: класс 1 – 0,57%; класс 2 – 0,57-1,21%; класс 3.1 – 1,21 - 17,10%; класс 3.2 – 17,10 - 21,00%; класс 3.3 – 21,00 - 24,20%; класс 3.4 – 24,20 - 27,10%; класс 4 – 27,10 - 29,70%.

В отличие от существующих аналогов по оценке ПР предлагаемый подход предполагает оценку и учет двух важнейших направлений в управлении и охраной труда: 1) предупреждение несчастных случаев - оцениваемые параметры: безопасность и подготовленность рабочего места к выполнению трудовых операций, применяемый инструмент и технологическое оборудование, характер выполняемых работ; 2) предупреждение возникновения профессиональных заболеваний, по показателям: гигиенические условия труда, напряженность и тяжесть труда. Это позволяет в дальнейшем адаптировать методику для различных видов промышленности и специфических условий труда отдельных категорий работников.

Для учета специфики строительных работ на различных полигонах с дифференциальной интенсивностью движения и иных особенностей, способных повлиять на уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов, подлежащих измерению и оценке на рабочих местах персонала при создании ТПК (более 100 профессий), диссертантом были разработаны и внедрены в практическую деятельность «Методические рекомендации по оценке условий труда на рабочих местах основных профессий ОАО «РЖД».

В них разработаны и сформулированы единые подходы по идентификации вредных и (или) опасных производственных факторов в соответствии с требованиями законодательства РФ о СОУТ, с должностными и производственными инструкциями, выполняемыми видами работ, а также с применяемым оборудованием, сырьем и материалами.

Разработана парадигма безопасности труда, направленная на формирование и поддержание таких УТ, при которых воздействие ОВПФ минимизируется, оставаясь в пределах установленных нормативов, гарантирующих безопасность, сохранения жизни и здоровья работников.

Таким образом, предложенная процедура анализа воздействия производственных опасностей с позиции системного подхода позволяет:

1. Выделить составляющие, характеризующие рассматриваемую СУОТ как функционирующую сложную систему (воздействующие факторы опасности, объекты воздействия, меры и средства их защиты);

2. Определить взаимосвязи взаимодействия выделенных компонентов на основе системно-структурного аспекта (прямая взаимосвязь отражает воздействие опасных факторов на работника, а обратная – его защиту средствами обеспечения безопасности);

3. Определить иерархическое построение факторов опасности и мер безопасности в виде многоуровневых структур (на основе системно-функционального аспекта);

4. Определить взаимное влияние факторов и комплексное функционирование средств и мер безопасности, дополняющих и усиливающих друг друга (на основе системно-коммуникативного аспекта);

5. Отразить взаимодействие объекта защиты со средой и окружением, что позволяет построить операцию такого взаимодействия в интересах количественных оценок безопасности персонала (системно-интегральный аспект);

6. Изучить предысторию событий и ситуаций (ретроспективный аспект) и рассмотреть их в динамике с прогнозом на перспективу.

В пятой главе «Разработка рекомендаций по повышению безопасности труда приоритетных профессий при строительстве транспортно-пересадочных кластеров» представлен комплекс технических, технологических, организационно-управленческих, санитарно-гигиенических, профилактических и иных мероприятий, приведен инструментарий для контроля эффективности их реализации.

Разработанные в рамках данной работы решения по повышению безопасности труда в технологических процессах строительства ТПК включают в себя:

- а) мероприятия по устранению ОВПФ из рабочей зоны;
- б) мероприятия по снижению уровня ОВПФ в рабочей зоне;
- в) мероприятия по снижению последствий воздействия ОВПФ на персонал.

Для снижения виброакустических факторов на персонал при эксплуатации СДМ и ТПМ на основании разработанной ранее классификации рекомендованы мероприятия для каждой категории используемой техники. Так, для дополнительного повышения эффективности звукоизолирующих капотов (ЗИК) рекомендовано: обеспечение максимально возможной аку-

стической герметизации капота; недопущение жесткого контакта стен капота с вибрирующими поверхностями, установка виброизолирующей прокладки (в месте контакта); покрытие металлических элементов ЗИК вибродемпфирующими мастиками (при наличии вибрации); закрытие конструкционных проемов в стенах капотов внутренними акустическими экранами.

Для снижения шума для автогрейдеров и копиров с грузовой стрелой в качестве корректирующих решений рекомендуется установка звукоизолирующих кабин, а на вибрационных катках и дорожных фрезе это достигается установкой системы плоских и замкнутых экранов на рабочих органах.

Для выправочно-подбивочно-рихтовочных машин рекомендована виброизоляция кабины резиновыми, полимерными и силиконовыми прокладками, усиление их звукоизоляции со стороны источников шума (виброизолировать резиновыми амортизаторами виброплиты, закапотировать электродвигатели).

Для уменьшения шума на шпалоподбивочных машинах рекомендуется усиление звукоизоляции кабин (до 2-2,5 раз) путем применения многослойных конструкций, виброизолирование и вибродемпфирование рабочих органов и металлических органов кабины, установка капотов и глушителей шума выхлопа на дизели.

С целью защиты работников от воздействия АПФД при создании ТПК предлагается двухуровневая система защиты, включающая в себя технологические решения и использование СИЗ. Технологические решения предполагают активное использование пылеподавляющих материалов – связывающих реагентов (гигроскопических, органических и биохимических).

При строительстве и ремонте дорожных одежд в рамках создания ТПК рекомендуется использование «смешения», а при содержании – пропитки покрытий обеспыливающими материалами.

Обеспыливание автомобильных дорог с переходным типом покрытия битумными эмульсиями предлагается выполнять по двум технологиям: розливом битумной эмульсии на поверхность покрытия и смешением битумной эмульсии с материалом покрытия.

Дополнительным, рубежным элементом защиты работающих от АПФД является использование СИЗ.

Интерпретация разработанного комплекса корректирующих и защитных решений, включающего наиболее рациональные и эффективные мероприятия для снижения всех видов воздействия исследованной техники, используемой при строительстве ТПК, приведена в таблице 8.

Проведенное в диссертационной работе исследование позволило заложить концептуальные основы управления безопасностью труда, которое может быть представлено в виде «Концепции безопасности труда при строительстве ТПК» и репрезентирует систему взглядов на создание и развитие культуры безопасности и охраны труда как части комплексной безопасности строительных предприятий, обеспечивающих создание ТПК.

Таблица 8 – Комплексные мероприятия по повышению безопасности труда техники, используемой при строительстве ТПК (фрагмент)

Тип, вид техники	Наличие превышения ПДК по вредным выбросам	Наличие превышения ПДК по АПДФ	Напряженность труда		Наличие превышения ПДУ по вибрации	Категория шумности техники	Рекомендуемые мероприятия
			Наблюдение	Монотонность			
Асфальтоукладчики гусеничные	+	-	-	-	+	3*	Применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), виброизоляция кабины
Вибрационные катки	+	-	-	-	+	5*	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, виброизоляция кабины
Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины	+	-	-	-	-	5	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью
Дизель-молоты	+	-	-	-	+	6*	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, применение навесных

							экранирующих элементов на рабочем органе, виброизоляция кабины
Дорожные фрезы	+	+	-	+	-	5	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, применение перерывов в работе
Катки на пневмошинах	-	-	-	-	-	3	Повышение звукоизоляции кабины
Компрессоры	-	-	-	+	+	6*	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота с глушителями шума на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, виброизоляция кабины, применение перерывов в работе
Машины для подбивки шпал	-	-	-	+	-	4	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, применение рычажного центрирующего устройства с резинометаллическими амортизаторами, применение перерывов в работе

Концепция направлена на обеспечение условий труда, отвечающих требованиям безопасности и гигиены.

В графическом виде интерпретация указанных показателей приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Цели Концепции безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров

№ п/п	Цель	Единицы измерения	Сценарии развития Концепции до 2030 года	
			Инновационный	Консервативный
1	Повышение уровня подготовки обучаемого персонала по вопросам охраны и безопасности труда	в % от базового уровня	90	80
2	Повышение соответствия системы управления охраной труда	в % от базового уровня	95	80
3	Снижение коэффициента частоты несчастных случаев	в % от базового уровня	85	80
4	Повышение обеспеченности нормативно-методическими документами по охране и безопасности труда	в % от базового уровня	100	95
5	Снижение причастности работника к несчастному случаю на производстве	в % от базового	25	20
6	Наличие рационализаторских предложений в области безопасности труда	в % от базового	25	15

Контроль эффективности реализации мероприятий осуществляется путем сравнения прогнозной оценки достижения запланированных значений показателей с учетом их текущего значения, в том числе с использованием различных аналитических инструментов. Перечень целевых показателей стратегии для предприятий транспортного строительства может уточняться и изменяться по результатам контроля эффективности.

Для оценки целевой эффективности индикатора (табл. 9) предлагается определение коэффициента реализации индикатора показателя Концепции, %:

$$Y_k = \frac{B_i^0}{\Pi_i^{\text{пл}} - 1} \cdot 100\%, \quad (28)$$

Y_k – уровень реализации (эффективности) индикатора (показателя) Концепции, %

B_i^0 – базовое (фактическое) значение i -го индикатора. участвующего в выполнении «Концепции...», доли единицы;

$P_i^{пл}$ – плановое значение i -го индикатора, утвержденное «сценарием» выполнения «Концепции...», доли единицы.

Для оценки эффективности реализации «Концепции...» предлагается интегральный показатель:

$$\mathcal{E}_{конц} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N y_i, \quad (29)$$

y_i – уровень реализации индикатора (показателя) «Концепции...»;

N – количество (индикаторов) показателей, $i=6$.

При $\mathcal{E}_{конс} = 80\%$ и более эффективность реализации Концепции признается высокой; при $\mathcal{E}_{конц} = 50 - 79\%$ - средней; при менее 50% - низкой.

Для консервативного сценария:

$$\mathcal{E}_{конс} = 59,74\%.$$

Для инновационного сценария:

$$\mathcal{E}_{иннов} = 71,82\%.$$

Представленный расчет свидетельствует о том, что при выполнении консервативного сценария «Концепции безопасности труда при строительстве ТПК» эффективность реализации индикаторов составляет 59,74%, а при инновационном – 71,82%, то есть оба сценария являются допустимыми, однако приоритетным – инновационный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен аналитический обзор проблемы обеспечения безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров.

Установлено, что ТПК представляет собой совокупность нескольких транспортно-пересадочных узлов и (или) транспортно-пересадочных комплексов конструктивно, технологически или иным образом связанных между собой; таким образом ТПК представляет интеграцию транспортно-пересадочных комплексов и транспортно-пересадочных узлов.

Классифицированы типы и виды ТПУ в зависимости от архитектурно-планировочных особенностей и взаимного расположения в профиле различных элементов.

Рассмотрены особенности возведения земляного полотна, устройства оснований и покрытий дорожных одежд для автомобильной части и верхнего строения пути железнодорожной компоненты транспортно-пересадочного узла; приведены этапы возведения железнодорожного пути; дана характеристика используемых типов и видов тяжелых путевых машин.

Предложен комплекс мероприятий по улучшению условий труда и предупреждению производственных травм и заболеваний работников.

2. Выполнено ранжирование воздействия опасных и вредных производственных факторов на персонал при строительстве ТПК.

Разработана оценочная анкета, проведено интервьюирование работников, проранжированы наиболее характерные ОВПФ; создана математическая модель значимости воздействия ОВПФ на работников при строительстве ТПК методом ранговой корреляции.

Гипотеза о наличии согласия мнений опрошенных специалистов принимается, так как критерий согласования Пирсона χ^2 (133,45) > χ^2 (12,59159), что свидетельствует об объективности полученных данных и их высокой согласованности (коэффициент конкордации Кэнделла $W = 0,89$).

Проведенное математическое моделирование и оценка значимости позволили ранжировать ОВПФ по сумме рангов в порядке их приоритетности: повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенная концентрация химических веществ и АПФД в воздухе рабочей зоны; высокая напряженность труда, удовлетворенность номенклатурой и степенью защиты СИЗ; качество обучения по ОТ.

Предложенная математическая модель по приоритетности исследования факторов подтверждает необходимость разработки методического подхода к экспериментальной оценке исследования условий труда, операторов и машинистов при строительстве ТПК.

Проведены натурные измерения приоритетных ОВПФ на рабочих местах операторов 35 видов (типов) СДМ и тяжелых путевых машин, подтверждающие ранее проведенные теоретические исследования.

3. Выполнено совершенствование системы управления охраной труда предприятий транспортного строительства.

Выделены и классифицированы профессии, задействованные в технологических операциях создания ТПК с указанием характеристик рабочих мест и типичных ОВПФ, для которых были разработаны и внедрены в практическую деятельность «Методические рекомендации по оценке условий труда на рабочих местах основных профессий». В них выработаны и предложены единые подходы по идентификации вредных и (или) опасных производственных факторов в соответствии с требованиями законодательства о СОУТ.

С целью совершенствования СУОТ и повышения культуры безопасности строительных организаций предложен инструментарий «философии» «Vision Zero» («Нулевого травматизма») – как нового подхода к организации профилактики безопасности, объединяющего три направления: охрану труда, гигиену и благополучие персонала на всех уровнях.

Для выбора эффективных практик запоминания действующих правил охраны труда было выполнено исследование практического изучения скорости забывания полученных знаний, разработаны модели для наилучшего запоминания информации: «двухдневная модель» – для краткосрочного запоминания и ограниченности времени на реализацию и «трехмесячная модель» – для запоминания информации на длительный срок.

4. Разработаны концептуальные основы безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров.

Разработанная математическая модель прогнозирования инноваций в обеспечении безопасности труда при строительстве ТПК показала высокую экономическую эффективность инвестиций в новшества (коэффициент 3,33); возможность оптимизации затрат на всех стадиях жизненного цикла; значимость эффектов масштаба и освоения производства (экономия до 13%); важность комплексного подхода с учётом полного жизненного цикла и дальнейшую применимость математических моделей для прогнозирования и принятия решений.

Предложена новая структура системной безопасности труда работников строительно-дорожной индустрии; сформулирована трехуровневая парадигма безопасности персонала при строительстве ТПК, которая предполагает обеспечение таких условий труда, которые бы исключали (минимизировали) опасные (вредные) производственные факторы при некотором фиксированном уровне их влияния на жизнь, здоровье и состояние работника.

Разработана методика интегральной оценки профессиональных рисков работников, сочетающая в себе РВНС и РВПЗ, предложены индикаторы оценки и математический аппарат.

Использование выбранной стратегии объясняется широкой номенклатурой ОВПФ, комплексностью и сочетанностью их воздействия на рассматриваемую группу персонала.

Используемый принцип «модульности» выбора индикаторов (например, показателей гигиенических условий труда, напряженность и тяжести трудового процесса и др.) позволяет оперативно реагировать на введение в действие / изменение актуальности государственных нормативных требований охраны труда.

5. Разработан комплекс корректирующих и защитных решений, включающий наиболее рациональные и эффективные мероприятия для снижения всех видов воздействия исследованной техники, используемой при строительстве ТПК.

Так, для снижения виброакустических факторов на персонал при эксплуатации СДМ и ТПМ на основании разработанной ранее классификации рекомендованы мероприятия для каждой категории СДМ. Данные мероприятия нацелены на повышение эффективности ЗИК за счет обеспечения максимально возможной акустической герметизации капота; установки виброизолирующих прокладок; покрытия металлических элементов ЗИК вибродемпфирующими мастиками (при наличии вибрации); закрытия конструктивных проемов в стенах капотов внутренними акустическими экранами; капотирование электродвигателей; установку глушителей шума выхлопа на дизели.

С целью защиты работников от воздействия АПФД при создании ТПК предлагается двухуровневая система защиты, включающая в себя техноло-

гические решения, предполагающие активное использование пылеподавляющих материалов: связывающих реагентов (гигроскопических, органических и биохимических) – и использование СИЗ.

Разработан подход по определению количества обеспыливающих материалов для гравийных покрытий с учетом экологической компоненты, предложен прогрессивный метод биотестирования.

Обосновано и рекомендовано использование сигнальных костюмов повышенной видимости для защиты от нефтепродуктов и механических воздействий (истирания): полумасок, комплектов для защиты дыхания и др. - с целью минимизации воздействия химического фактора на работников приоритетных профессий.

Рекомендуемый комплекс решений по снижению показателей напряженности труда включает в себя применение искусственного интеллекта для совершенствования технологических процессов; использование радиочастотной идентификации (RFID-метки); использование «умных» СИЗ с элементами аналитики; включение в режим труда и отдыха 2-3 регламентированных перерыва, общей продолжительностью не менее 15 -20 мин.

На рабочих местах, где вредные производственные факторы неустраняемы, необходимо предусматривать снижение их воздействия на работников, участвующих в строительстве ТПК за счет проведения ряда организационных, технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и психофизиологических мероприятий и СИЗ как средств рубежного контроля, рассмотренных в рамках «Концепции безопасности труда при строительстве ТПК».

Представленный расчет эффективности реализации мероприятий свидетельствует о том, что при выполнении консервативного сценария разработанной «Концепции безопасности труда при строительстве ТПК» эффективность реализации составляет 59,74%, а при инновационном сценарии – 71,82%, т.е. оба сценария являются допустимыми, но наиболее предпочтительным является первый.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

а) Статьи, опубликованные в изданиях, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора наук

1. Донцов, С.А Интегральная оценка профессионального риска рабочих вагонного депо / С.А. Донцов, В.М. Пономарев // Наука и техника транспорта. 2010. №1. С. 10-13.
2. Донцов, С.А. Оценка и обеспечение безопасности труда на железнодорожном транспорте / С.А. Донцов, Е.Ю. Нарусова // Известия ПГУПС. 2011. № 4. С. 134-142.
3. Донцов, С.А Совершенствование методики определения размера ущерба от несчастных случаев на железнодорожном транспорте // Наука и техника транспорта. 2011. № 4. С. 82-85.

4. Донцов, С.А. Аудиты безопасности как инструмент снижения производственного травматизма на объектах железнодорожного транспорта / С.А. Донцов, Е.Ю. Нарусова // Наука и техника транспорта. 2012. № 3. С. 95-101.
5. Донцов, С.А. Концепция безопасности труда на железнодорожном транспорте / С.А. Донцов // Государственная служба. 2012. № 3. С. 103-105
6. Донцов, С.А. Определение численности вагоноремонтного персонала с учетом риска травмирования / С.А. Донцов // Транспорт Урала. 2012. №4 (35). С. 41-45.
7. Донцов, С.А. Прогнозирование инноваций и безопасный труд / Пономарев В.М., Донцов С.А. // Мир транспорта. 2012. Т. 10. № 4 (42). С. 142-145.
8. Донцов, С.А. Безопасность труда железнодорожников / С.А. Донцов // Наука и техника транспорта. 2013. № 1. С. 58-66.
9. Донцов, С.А. Интегральная оценка профессионального риска на предприятиях железнодорожного транспорта / С.А. Донцов, М.А. Пименова, А.Ю. Лебедев // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 1. С. 37-42
10. Донцов, С.А. Моделирование затрат на создание инноваций в обеспечении безопасных условий труда на объектах железнодорожного транспорта // Вестник Транспорта Поволжья. 2013. №1. С.13-18.
11. Донцов, С.А. Создание модуля автоматизации КСОТ-П на объектах железнодорожного транспорта / С.А. Донцов С.А., В.Е. Чаплыгин // Наука и техника транспорта. 2018. № 1. С. 92-101.
12. Донцов, С.А. Оценка и внедрение культуры безопасности нулевого травматизма на машиностроительных предприятиях / Донцов С.А., Дроздова Л.Ф. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2019. № 1 (73). С. 14-20.
13. Dontsov S. Strategy for the management of safety and health personnel / Dontsov S.A., Drozdova L.F., Ivahnjuk G.K. // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 3 (219). С. 3-9.
14. Донцов, С.А Организация производства с нулевым травматизмом и безопасными условиями труда в машиностроении / Донцов С.А., Дроздова Л.Ф. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. №1. С. 152-158.
15. Донцов, С.А. Психологические особенности обучения персонала по вопросам охраны и безопасности труда / С.А. Донцов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. № 4 (48) С. 239-244.
16. Донцов, С.А. Новое в оценке и учете микротравм на машиностроительных предприятиях / С.А. Донцов, А.А. Аганов, Г.К. Ивахнюк, Л.Ф. Дроздова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. Т. 9. № 4 (52). С. 136-139.
17. Донцов, С.А. Интегральная оценка безопасности персонала при укладке нежестких дорожных одежд / С.А. Донцов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. № 4 (56) С.193-196.
18. Донцов, С.А. К вопросу организации производственного контроля за условиями труда работников дорожного строительства / С.А. Донцов // Экология и развитие общества. 2022. № 1 (38). С. 20-29.
19. Донцов, С.А. Методика количественной оценки профессиональных рисков работников при строительстве транспортно-пересадочных кластеров / С.А. Донцов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. № 2 (58) Т.11 С 103-108.
20. Донцов, С.А. Оценка тяжести трудового процесса на рабочем месте / Бурак В.Е., Донцов С.А., Платонов Л.А. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 2 (58). С. 125-130.
21. Донцов, С.А. Шум и вибрация как приоритетные факторы безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров // Буторина М.В., Донцов С.А. // Научный журнал «Noise Theory and Practice». 2025. Т 11 №3 С. 152-165.

22. Донцов, С.А. Оценка риска технологической опасности железнодорожного транспорта / Донцов С.А. // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 4. С. 72-74.
23. Dontsov S.A. Environmental and floristic analysis of undesired plants on the railway formation canvas / Dontsov S.A., Drozdova L.F. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Т. 1151. № 1. С. 012023. DOI: 10.1088/1757-899X/1151/1/012023.
24. 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. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-12-42-46.
25. Донцов, С.А. Напряженность трудового процесса: причины неэффективности оценки фактора / Донцов С.А., Габриель П.О., Бурак В.Е. // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 3. С. 48-56. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-3-48-56.

в) монографии

26. Донцов, С.А. Экологическая безопасность железнодорожного транспорта [Текст]. – Брянск: ООО «Ладомир», 2010 – 430с. – 200 экз. – ISBN 978-5-91516-092-6.
27. Донцов, С.А. Концепция устойчивого развития регионов / С.А. Донцов, А.П. Ковалев. [Текст] – Брянск: ООО «Ладомир», 2010 – 585с. – 200 экз. – ISBN 978-5-91014-085-7.
28. Донцов, С.А. Повышение безопасности труда на основе совершенствования системы предупреждения вредностей и опасностей на железнодорожном транспорте [Текст]. – Москва: ООО «Горизонт», 2013. – 184с. – 200 экз. - ISBN 978-5-904977-45-0.
29. Донцов, С.А. Сравнительная оценка АРМ-СОУТ и биологический фактор [Текст] / С.А. Донцов, В.Е. Бурак, Т.И. Иванова / Социально-экономические и правовые основы развития экономики: коллективная монография / под ред. И.В. Тропченко. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – 208 с.
30. Донцов, С.А. Основы устойчивого развития регионов России. [Текст] / С.А. Донцов, Б.С. Липнер, Л.В. Птушкина. – Санкт-Петербург: Печатный цех, 2016 – 571 с. – 1000 экз. – ISBN 978-5-9907246-0-0.
31. Донцов, С.А. Экологическая безопасность железнодорожного транспорта [Текст] / С.А. Донцов, Ю.Н. Хмельницкий, Ю.И. Матяш. – Москва.: УМЦ ЖДТ, 2017. – 255 с. – 690 экз. - ISBN 978-5-89035-962-9.
32. Донцов, С.А. Организация и проведение внутренних аудитов охраны труда на предприятиях машиностроения. / / С.А. Донцов, Г.К. Ивахнюк, А.А. Аганов, К.А. Суворов. Монография. Санкт-Петербург: Свое издательство, 2019 - 102 с. ISBN 978-5-4386-1723-5.

г) Статьи, опубликованные в других научных журналах и изданиях:

33. Донцов, С.А. Совершенствование комплексной системы оценки состояния охраны труда на производственном объекте /С.А. Донцов. В сборнике: Сб. избр. ст. по матер. науч. конф. ГНИИ «Нацразвитие». СПб., 2020. С. 87-89.
34. Донцов, С.А. Использование методологии жизненного цикла в обеспечении безопасности персонала при строительстве транспортно-пересадочных кластеров / С.А. Донцов, Л.А. Платонов, А.А. Аганов, Е.В. Ковалева. В сб.: Высокие технологии и инновации в науке. Сб. избранных статей Междунар. науч. конф. СПб., 2022. С. 105-109.
35. Донцов, С.А. Учет психологических особенностей человека для лучшего запоминания информации по безопасным способам и методам ведения работ повышенной опасности / С.А. Донцов, Н.И. Шешина, А.А. Земцева. В книге: Традиции и инновации. XIV науч. конф., посвященная 195-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), в рамках

мероприятий по проведению в РФ Десятилетия науки и технологий. Санкт-Петербург, 2023. С. 324.

36. Донцов, С.А. Геймификация как прогрессивный способ обучения работников по охране и безопасности труда / С.А. Донцов, П.О. Габриэль, М.И. Раджабов. В книге: Традиции и инновации. XIV науч. конф., посвященная 195-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), в рамках мероприятий по проведению в РФ Десятилетия науки и технологий. Санкт-Петербург, 2023. С. 328.

37. Донцов, С.А. Особенности выдачи средств индивидуальной защиты в условиях перехода к риск ориентированному подходу в управлении охраной труда / С.А. Донцов, К.А. Зайцев. В сб.: Теоретические и практические аспекты развития науки в современном мире. сб. ст. междунар. науч. конф. СПб, 2024. С. 47-49.

38. Донцов, С.А. Особенности оценки показателей фактора напряженность трудового процесса при проведении СОУТ / Донцов С.А., Земцева А.А., Бурак В.Е. В сб.: Безопасный и комфортный город. мат. VII Междунар. науч.-практич. конф. Орёл, 2024. С. 609-616.

39. Донцов, С.А. Экономическая сторона проведения специальной оценки условий труда / С.А. Донцов, К.А. Зайцев, В.Е. Бурак. В сб.: Современные проблемы охраны труда и окружающей среды. Сб. тр. XXXIV Междунар. науч.-практич. конф. Химки, 2024. С. 55-58.

40. Донцов, С.А. Тяжесть трудового процесса как значимый фактор специальной оценки условий труда / Донцов С.А., Раджабов М.И., Бурак В.Е. В сб.: Безопасный и комфортный город. мат. VII Междунар. науч.-практич. конф. Орёл, 2024. С. 617-626.

41. Донцов, С.А. Исследование пылевой нагрузки на население при строительстве асфальтобетонных дорожных покрытий в условиях жилой застройки / С.А. Донцов, К.А. Зайцев в сб.: проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве. Мат III междунар. научн. конф. Макеевка, 2025. С. 458-461.

42. Донцов, С.А. Исследование химического фактора на рабочих местах операторов дорожных, строительных и тяжелых путевых машин при создании транспортно-пересадочных узлов / С.А. Донцов, К.А. Зайцев, Д.Р. Фокин. В сб.: Безопасный и комфортный город. мат. VIII Междунар. науч.-практич. конф. 23-25 апреля 2025. Орёл, 2025. С. 54-64.

ДОНЦОВ Сергей Александрович
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ КЛАСТЕРОВ

2.10.3 – Безопасность труда
АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Подписано в печать 10.07.2026 Заказ №3006-3230698
Формат 60X90/16 Тираж 150 экз. Усл. печ. л. 3,0.