

На правах рукописи



КИРИЛЛИН АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА
РАБОТНИКОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗА СЧЕТ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ**

2.9.10. Техносферная безопасность транспортных систем

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

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

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Сачкова Оксана Сергеевна

Официальные оппоненты: **Швацбург Леонид Эфраимович**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой инженерной экологии и
безопасности жизнедеятельности
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный
технологический университет «Станкин»
Дементьева Юлия Васильевна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Безопасность жизнедеятельности и экология»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Самарский государственный
университет путей сообщения»

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I»

Защита состоится «27» сентября 2023 г. в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 40.2.002.08 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9 (ул. Часовая, д. 22/2, ауд. 329).

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

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Апатцев Владимир Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Строительство транспортной системы (строительство, реконструкция и ремонт дорог, мостов и тоннелей) в настоящее время является одним из ключевых направлений развития экономики России. Доля всей отрасли составляет от 4 до 8 % в ВВП страны. На тяжелых работах и работах с вредными условиями труда в отрасли занято порядка 30 % от всего числа работающих. Особенностью работ в строительной отрасли является преимущественное их проведение на открытой территории как в летний, так и в зимний период года. При этом климатические условия не идентифицируются как вредные и не оцениваются в рамках специальной оценки условий труда. Их неблагоприятное действие предполагается компенсировать использованием специальной одежды, сокращением времени пребывания на открытой территории и организацией перерывов в местах для отдыха и обогрева.

Организации, занимающиеся производством специальной одежды, столкнулись с необходимостью создания принципиально новой специальной одежды из материалов с улучшенными свойствами и конструкцией, разработанной для определённого вида работ. Обеспечение работников современными средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ) является одним из основных мероприятий для обеспечения безопасного труда и профилактики профзаболеваний рабочих, так как специальная одежда является основным способом снижения неблагоприятного воздействия производственных факторов на организм человека, и, как результат, сохранения его высокой работоспособности и здоровья.

Степень разработанности темы исследования.

В настоящее время разработаны методы и критерии физиолого-гигиенической оценки специальной одежды, сформулированы основные принципы ее проектирования и промышленной технологии изготовления в соответствии с требованиями, обусловленными конкретными условиями эксплуатации спецодежды. Научными работниками центрального научно-исследовательского института швейной промышленности (ЦНИИШП), совместно со специалистами НИИ Академии медицинских наук, Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна и Московского государственного университета дизайна и технологий (МГУДТ), Новосибирского технологического института, Дома моделей специальной и рабочей одежды Минлегпрома РФ разработаны конструкции, подобраны материалы для обеспечения необходимого качества костюмов, которые успешно эксплуатируются рабочими газовой, угольной, нефтяной, химической, строительной и деревообрабатывающей промышленности. Специализированные костюмы разработаны для сварщиков, рабочих горячих цехов, работников сельского хозяйства и др. Значительный вклад в решение этих задач, а также разработку научных и теоретических основ процесса проектирования спецодежды внесли исследования, выполненные под руководством П.П. Кокеткина, Е.Х. Меликова, Е.Б. Кобляковой, И.Н. Савельевой, Е.Я. Сурженко, З.С. Чубаровой, О.К. Терпеновой, Е.В. Романова

и др. Ими сформулированы основы системного подхода к проектированию одежды различного назначения, структурирована номенклатура факторов и критериев соответствия изделий условиям функционирования системы «человек-одежда-среда», разработаны общие принципы обеспечения эргономичности конструкций, предложены методы и технические средства оценки показателей качества одежды по группе эргономических критериев.

Целью работы является обоснование мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников транспортной инфраструктуры при проведении работ на открытой территории за счет совершенствования специальной одежды.

Для реализации поставленной цели в работе определены следующие **задачи**:

1. Оценка существующего ассортимента спецодежды и материалов, применяемых для ее изготовления, для рабочих, задействованных при строительстве искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры.

2. Анализ и оценка условий труда работников, задействованных при строительстве и эксплуатации искусственных сооружений (на примере мостостроителей).

3. Обоснование технических условий на спецодежду для работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений с учетом показателей риска здоровью.

4. Апробация и оценка эффективности использования комплектов специальной одежды для рабочих, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры.

Объектом исследования являются комплекты специальной одежды для рабочих, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры.

Предметом исследования является влияние факторов рабочей среды и трудового процесса работников, задействованных при строительстве и эксплуатации искусственных сооружений, на здоровье работников.

Научная новизна исследования:

1. Сформирован и представлен комплекс приоритетных показателей физико-механических и гигиенических свойств материалов для спецодежды с высоким уровнем защиты от опасных и вредных производственных факторов на основе систематизации и анализа требований к обеспечению эксплуатационной надежности спецодежды работающих, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры.

2. Разработана математическая модель для оценки профессиональных рисков у работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры, от воздействия вредных факторов на рабочем месте.

3. Разработаны методические рекомендации, направленные на повышение производительности и улучшение условий труда мостостроителей за счет разработки и внедрения специальной одежды.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Для производства специальной одежды разработаны технические условия № ТУ 8572-057-19957293-2021 «Одежда специальная для защиты от вредных и опасных производственных факторов» (8 ноября 2021 г.), получен патент на промышленный образец. Куртка. № 131607 от 07 июня 2022 г.

По результатам внедрения костюмов специальной одежды получены положительные отзывы, которые подтверждаются актами о внедрении (ФГБУ «Канал имени Москвы», ГУП «Мосгортранс», Дирекция по строительству сетей связи – филиал ОАО «РЖД», ООО «СК «Мособлстрой»). Разработаны методические рекомендации «Повышение производительности и улучшение условий труда мостостроителей за счет разработки и внедрения специальной одежды» (утв. ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора 14 августа 2020 г.).

Полученные результаты позволили усовершенствовать спецодежду для работников транспортной инфраструктуры, что положительно повлияло на безопасность производства работ при выполнении строительно-монтажных работ.

Методология и методы исследования.

При решении поставленных в диссертационной работе задач использовался системный подход к анализу взаимодействия факторов производственной среды, характеристик специальной одежды и их влиянию на условия труда. Используются следующие методы:

1. Обобщение, структурирование и анализ современного уровня знаний о роли специальной одежды в организации охраны труда.
2. Проведение инструментальных измерений физико-механических и санитарно-гигиенических свойств материалов, используемых для изготовления спецодежды для проведения работ на открытой территории холодного периода года.
3. Социологические исследования, системно-структурный анализ и экспертная оценка.
4. Математические расчеты, математическое моделирование и статистический анализ с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 13.

Положения, выносимые на защиту:

1. Требования для разработки эргономичной конструкции спецодежды работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры, приоритетные показатели физико-механических свойств материалов спецодежды для защиты от опасных и вредных производственных факторов.
2. Результаты комплексных исследований костюмов специальной одежды и тканей, из которых они изготавливаются, подтверждающие

их соответствие нормативным требованиям и свидетельствующие об улучшении условий труда мостостроителей.

3. Экономическая эффективность от внедрения разработанных костюмов специальной одежды работников строительной отрасли.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность результатов работы обоснована детальным анализом результатов исследований в области разработки и оценки качества спецодежды, проводимых другими авторами, подтверждается большим объемом экспериментальных и лабораторных исследований факторов рабочей среды и трудового процесса на строительных площадках, а также обеспечивается разработкой и внедрением новых комплектов специальной одежды для работников строительной отрасли.

Основные положения диссертационной работы были представлены и обсуждались на научных и научно-практических конференциях, среди которых: IX Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Иркутск, 2017); XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов» (Москва, 2017); Всероссийская научно-практическая конференция «Неделя науки – 2018» (Москва, 2018); 2-й Международный молодёжный форум «Профессия и здоровье» (Симферополь, 2018); VII Всероссийская научно-практическая конференция «Окружающая среда и здоровье. Инновационные подходы в решении медико-биологических проблем здоровья населения» (Москва, 2018); X Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Москва, 2018); VI Международная научно-практическая конференция «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте» (Санкт-Петербург, 2018, 2020); 3-й Международный форум «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения» (Москва, 2018); X Юбилейная межрегиональная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов с международным участием «Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях» (Саратов, 2020); научный семинар «Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте» ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора (Москва, 2018, 2019, 2021, 2022).

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, списка сокращений и условных обозначений и приложений. Работа изложена на 174 страницах, содержит 19 рисунков и 34 таблицы. Список литературы включает 124 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, отмечена необходимость улучшения условий труда работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений, обоснована возможность снижения воздействия неблагоприятных факторов рабочей среды за счет улучшения ассортимента и качества специальной одежды. Определена цель работы, сформулированы задачи исследования, отмечены научная новизна и практическая значимость работы, представлены сведения об апробации результатов исследования, а также структура и объем диссертации.

В первой главе проведен анализ кадрового состава работников строительной отрасли. Установлено, что во время работ на искусственных сооружениях занято значительное количество сотрудников, которые одновременно выполняют работы на строительной площадке и подвергаются перекрестному воздействию вредных факторов рабочей среды. Выявлено, что труд работников, занятых при ремонтных работах и работах по поддержанию искусственных сооружений в надлежащем состоянии, относится к вредным условиям труда 1 степени (3.1). Работники подвергаются воздействию шума, локальной вибрации, аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД), тяжести трудового процесса. Комплекс факторов обусловлен спецификой организации труда, особенностями технологического процесса и недостаточным решением вопросов гигиены труда.

Выполнение ряда мостостроительных работ сопровождается высокой запылённостью, которая наиболее значительна в зоне временных бетонных заводов и на участках пескоструения. Запылённость, превышающая ПДК более чем в 10 раз, создает опасность возникновения у отдельных профессиональных групп рабочих риск утраты здоровья. При работе техники и механизмов (пескоструйная машина, дизель-молот и др.) отмечены уровни шума, значительно превышающие максимальный допустимый уровень звука, при использовании вибропогружателей, виброреек и ручного электроинструмента отмечено увеличение локальной вибрации, превышающей ПДУ в 2-4 раза. Только сокращение времени контакта за счет смены выполняемых операций и применение СИЗ позволяет оценить условия труда как вредные первой степени.

Мостостроители в процессе доработки котлованов, при выполнении операций, связанных с земельными, бетонными и монтажными работами, испытывают значительные физические нагрузки. Работа на высоте сопровождается нервно-эмоциональным напряжением.

Выполнение строительно-монтажных работ осуществляется на открытой территории и сопровождается воздействием неблагоприятных метеорологических показателей и климатических явлений, дождь, снег, ветер и др. При этом характер воздействия этих явлений при установлении льгот и компенсаций не учитывается. Предполагается, что их негативное влияние компенсируется организационными мероприятиями (соблюдением режима

труда и организацией мест отдыха и обогрева) и обеспечением работающих комплектами специальной рабочей одежды.

Особенностью работы мостостроителей является работа на разных уровнях высоты над руслами рек и водотоков, где отмечаются сильные перепады температуры, влажности и скорости ветра от нижней отметки рабочей зоны к верхней. На рисунке 1 представлены величины перепадов температуры и скорости ветра на различных высотах рабочей зоны мостостроителей.

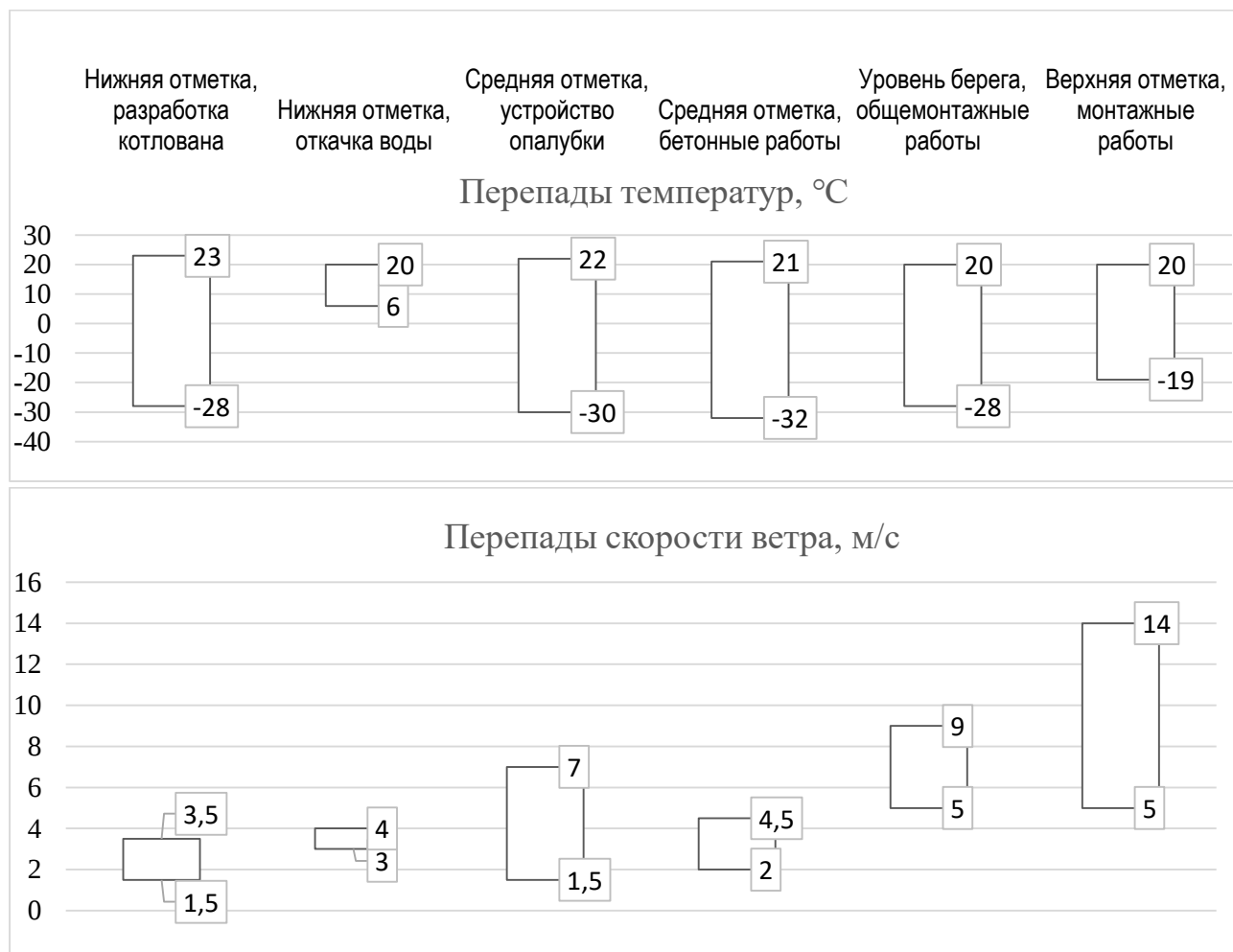


Рисунок 1 – Метеорологические условия на разных участках рабочих зон мостостроителей (усредненные данные)

Анализ структуры рабочего времени каждой рабочей операции позволил установить, что усредненные показатели удельного веса оперативной работы (основной и вспомогательной) составляют 80,1 %, продуктивной – 88,3 %. Остальное время (11,7 %) затрачивается на перерывы, существенная часть которых возникает по организационно-техническим (3,1 %) и физиологическим (8,6 %) причинам. Высокий удельный вес рабочих загрузок свидетельствует о том, что более 80% рабочего времени мостостроители проводят на открытой территории под воздействием постоянно изменяющихся климатических показателей. Следовательно, мероприятия по организации работ необходимо

планировать с учётом потребности в тепло-, ветро- и влагозащитной спецодежде и обуви.

По результатам анализа социологических исследований установлено, что большинство работников неудовлетворительно высказываются о выдаваемой спецодежде, что связано как с недостаточным обеспечением защитными свойствами и с ранним износом спецодежды и спецобуви, так и с неудобной конструкцией.

Во второй главе представлены результаты анализа принципов учета и реализации эргономических требований при проектировании спецодежды для работников, а также обоснование технологии взаимодействия элементов системы «человек-одежда» при выполнении технологических операций. С помощью метода скоростной кинорегистрации движений человека установлено, что наиболее значимыми со стороны динамического соответствия конструкции является узел «пройма-рука», движения которого являются наиболее неудобными и часто повторяющимися во время производства работ. Это связано с тем, что он охватывает плечевой сустав человека, который постоянно и в полном объеме движений используется при выполнении трудовых операций и влияет на изменение формы и размеров всей поверхности фигуры человека.

Результаты оценки обеспечения спецодеждой и спецобувью работников, реализующих технологический процесс ведения строительно-монтажных работ, проведенной на основе социологического исследования 82-х мостостроителей, позволили установить, что монтажники не удовлетворены качеством тепло- (29,7 %), влаго- (82,9 %) и пылезащиты (65,7 %) спецодежды, а также (65,7 %) оценили конструкцию спецодежды как «не удобную». Дизелисты не удовлетворены качеством тепло- (20,0 %), влагозащиты (100 %) спецодежды, 80,0% оценили конструкцию спецодежды как «не удобную». 32,0 % плотников-бетонщиков оценили спецодежду как «не удобную». В результате анализа социологического исследования и обобщения предложений рабочих установлено, что основным пожеланием является обеспечение их спецодеждой с улучшенными тепло- и ветрозащитными характеристиками, а также водоотталкивающими свойствами.

В третьей главе приведены статистические данные случаев травмирования работников мостостроительного комплекса с описанием причин травмирования.

По результатам анализа причин травматизма установлено, что основополагающими факторами несчастных случаев являются:

- низкий уровень контроля руководителей за действиями работников в опасной зоне во время производства строительно-монтажных работ;
- нарушения работниками дисциплины труда и трудового распорядка;

- допуск работников к выполнению работ без ознакомления с требованиями ППР по безопасному производству работ.

Анализ позволил установить, что значительный травматизм отмечен у рабочих стажевой группы от 5 до 10 лет, а также у рабочих со стажем 1 год.

На рисунке 2 представлена динамика количества пострадавших в Центральной дирекции инфраструктуры, на рисунке 3 – динамика количества пострадавших в Центральной дирекции инфраструктуры со смертельным исходом.

Выявлена выраженная тяжесть последствий травм в строительной отрасли. Это объясняется следующими факторами: во-первых, на фоне быстрого развития в современном мире происходит усложнение технологий выполнения строительно-монтажных работ; во-вторых, уровень профессиональной подготовки как руководителей, так и самих работников не соответствует требуемым компетенциям.

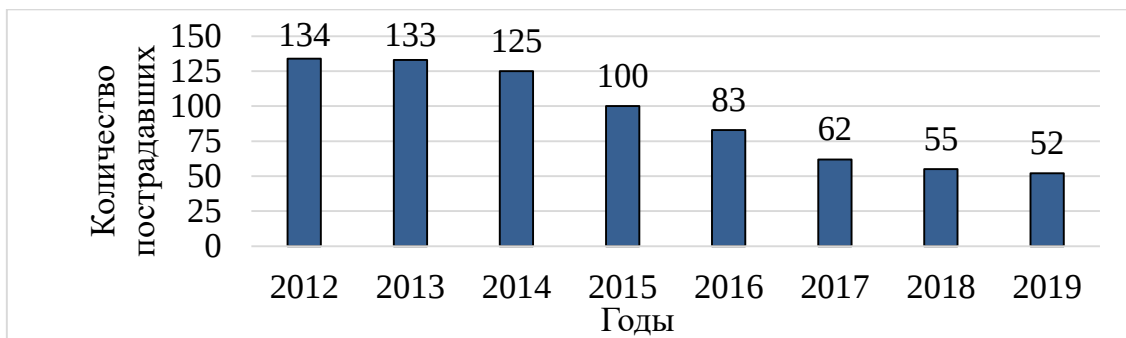


Рисунок 2 – Количество пострадавших в Центральной дирекции инфраструктуры

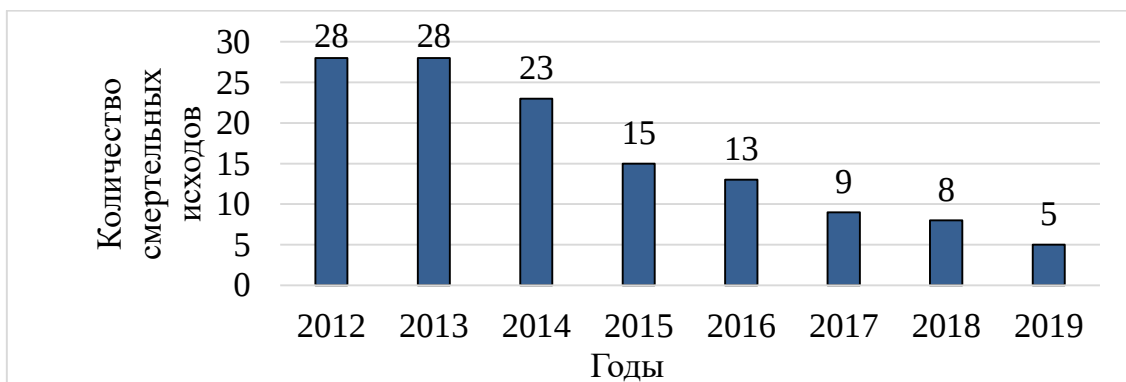


Рисунок 3 – Количество пострадавших в Центральной дирекции инфраструктуры со смертельным исходом

Такие причины как неприменение работниками СИЗ, нарушение работниками трудового распорядка является от 8 до 32 процентов случаев ежегодно.

Средние многолетние данные заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников мостостроительного отряда железнодорожного транспорта составляют 58,4 случая на 100 работающих и 628,7 дня

нетрудоспособности на 100 работающих. В период с 2009 до 2018 года наибольший рост заболеваемости с временной утратой трудоспособности отмечался по следующим болезням: болезни эндокринной системы, острые респираторные инфекции, пневмония, расстройство питания и нарушения обмена веществ, артропатия и системные поражения соединительной ткани, неврологические проявления поясничного и грудного остеохондроза.

Для получения информации о величине риска утраты здоровья в результате воздействия факторов рабочей среды применена методика оценки риска развития профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад. Методика реализует требования «Системы управления охраной труда». Использование методики предусматривает использование риск-ориентированного управления человеческими ресурсами в ОАО «РЖД» в соответствии с требованиями приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 года № 776н (пп. 25, 26, 27) и Статьи 214 Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1, ст.3; 2021, № 27, ст.5139).

В результате расчетов был определен «интегральный уровень профессионального воздействия (ИУПВ)», выраженный в условных единицах. Установлено, что риск возникновения заболевания, сформировавшегося в результате воздействия комплекса неблагоприятных факторов рабочей среды, составляет 161,25 условных единиц. Полученная величина оценивается как риск «средней» величины, вероятность формирования производственно-обусловленной патологии составляет 33 %. Сопоставительный анализ факторов рабочей среды, наиболее неблагоприятно воздействующих на здоровье работающих, позволяет установить, что в сложившейся ситуации использование спецодежды высокого качества для холодного периода может снизить воздействие климатических условий и уменьшить величину риска утраты здоровья работников.

В четвертой главе приведено техническое описание проектируемого костюма, представлены санитарно-гигиенические и физико-механические свойства, а также выполнен сравнительный анализ свойств различных материалов для изготовления спецодежды.

При сравнении конструкции проектируемого костюма с существующими аналогами можно выделить такие улучшения, как: менее объемная конструкция, снижение веса костюма, уменьшение использования физического ресурса, возможность сочетания с дополнительными средствами защиты, лучшие физико-механические свойства, а также возможность работать в более суровых климатических условиях, использование одного костюма в различных климатических поясах.

Установлено, что синтетическая ткань, используемая в проектируемом костюме, имеет более широкий спектр защитных свойств, чем применяемые в настоящее время смесовые ткани.

Для изготовления летнего костюма обосновано применение ткани с плотностью 190 г/м², для зимнего костюма обосновано применение аналогичной по сырьевому составу ткани с плотностью 220 г/м². Благодаря более высокой плотности костюм обладает меньшей воздухопроницаемостью, что требуется для зимнего комплекта спецодежды.

Использование синтетической ткани (100 % арамидные волокна) вместо смесовой ткани (51,6 %/48,4 % хлопок/полиэстер) увеличивает износостойкость специальной одежды благодаря более высоким физико-механическим свойствам. Для анализа были выполнены сравнительные исследования образцов предлагаемой синтетической ткани с плотностью 187 г/м² и смесовой ткани с плотностью 212 г/м². По результатам испытаний установлено, что показатели свойств синтетической ткани превышают показатели смесовых тканей (Рисунки 4 и 5).

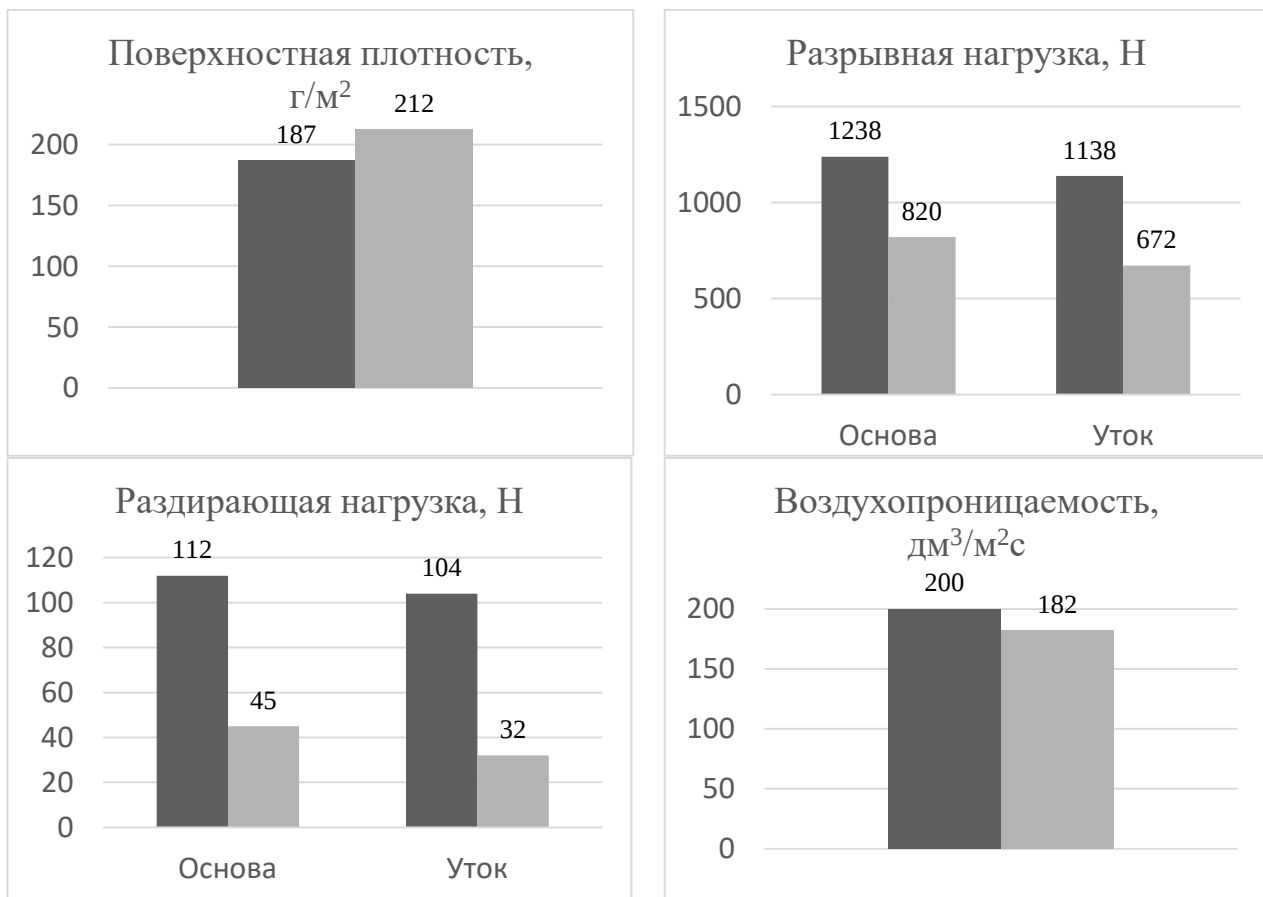


Рисунок 4 – Сравнение значений показателей физико-механических и специальных защитных свойств тканей для изготовления летнего костюма (синтетическая ткань (черный цвет), смесовая ткань (серый цвет))

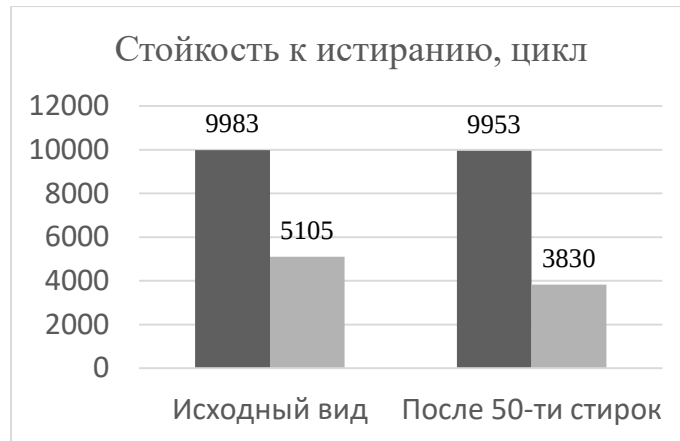


Рисунок 5 – Сравнение значений показателей физико-механических и специальных защитных свойств тканей для изготовления летнего костюма (синтетическая ткань (черный цвет), смесовая ткань (серый цвет))

Предлагаемые синтетические ткани имеют физико-механические свойства, обеспечивающие им эксплуатационные преимущества по сравнению со смесовыми тканями. Показатели различных свойств синтетических тканей многократно превышают показатели смесовых тканей, таким образом, показатель разрывной нагрузки превышает более чем на 50 %, показатель раздирающей нагрузки более чем на 150 %, показатель стойкости к истиранию более чем на 95 %.

Кроме испытаний физико-механических свойств был определен индекс токсичности образцов предлагаемой к использованию ткани, который составил 16,3 % и не превысил нормативного значения 20 %.

По результатам сравнительного анализа костюмов из синтетических материалов и материала, используемой в настоящее время смесовой ткани, установлено, что предлагаемый вариант спецодежды имеет более удобную эргономику и при меньшей массе обладает более высокими физико-механическими показателями.

По результатам испытаний костюма на эргономичность установлено, что костюм имеет конструкцию, соответствующую антропометрическим данным пользователя, и полностью защищает разные части тела. Дополнительно была проведена сравнительная экспериментальная оценка функционального состояния и физической работоспособности человека. Предлагаемый комплект спецодежды при использовании его в условиях физической нагрузки показал более благоприятные изменения показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) и физической работоспособности (ПФР) по сравнению с используемыми в настоящее время комплектами спецодежды.

За счет использования более эффективного и эргономичного комплекта спецодежды допустимо снижение интенсивности неблагоприятного воздействия метеорологических факторов и, как результат, снижение риска утраты здоровья. Такое снижение риска может быть обеспечено за счет

применения качественной спецодежды. Расчет позволил установить, что риск возникновения заболевания, сформировавшегося в результате воздействия комплекса неблагоприятных факторов рабочей среды, составляет 129 условных единиц. Полученная величина оценивается как риск «приемлемый», вероятность формирования производственно-обусловленной патологии составляет не более величины статистической погрешности. Вместе с тем указанная величина риска, не формируя производственно-обусловленную патологию, не исключает формирование патологии с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ).

При выборе характеристик комплектов спецодежды, особенно для холодного периода, используют сведения о температурном режиме климатических зон, в которых осуществляется работа. Для уточнения климатических характеристик в районах проведения строительных работ проведен расчет ветро-холодового индекса, который характеризует комфортность восприятия погодных условий человеком при различном сочетанном действии метеорологических показателей (температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра). Расчеты проведены для наиболее часто встречающихся параметров климатических условий.

На рисунках 6 и 7 приведены номограммы для определения величины ветро-холодового индекса, которые целесообразно использовать при выборе тканей для изготовления комплектов спецодежды для холодных периодов года (влажность воздуха от 75 % до 90 %, скорость ветра от 2 до 7 м/с, температура воздуха от 0 °С до -20 °С). Уравнения парной регрессии для расчета значений ветро-холодового индекса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость величины ветро-холодового индекса при влажности воздуха от 75% до 90% от температуры наружного воздуха на открытой территории и от скорости ветра

Скорость ветра					
$v = 2 \text{ м/с}$	$v = 3 \text{ м/с}$	$v = 4 \text{ м/с}$	$v = 5 \text{ м/с}$	$v = 6 \text{ м/с}$	$v = 7 \text{ м/с}$
Уравнение парной регрессии (t , °С: от 0 до -20; $Q(\%)$: 75–84)					
$y = -4,12121 + 1,06623 * x$	$y = -4,82121 + 1,06623 * x$	$y = -5,52121 + 1,06623 * x$	$y = -6,22121 + 1,06623 * x$	$y = -6,92121 + 1,06623 * x$	$y = -7,64047 + 1,06623 * x$
Уравнение парной регрессии (t , °С: от 0 до -20; $Q(\%)$: 85–90)					
$y = -3,99180 + 1,07330 * x$	$y = -4,69180 + 1,07330 * x$	$y = -5,39180 + 1,07330 * x$	$y = -6,09180 + 1,07330 * x$	$y = -6,79180 + 1,07330 * x$	$y = -7,49180 + 1,07330 * x$

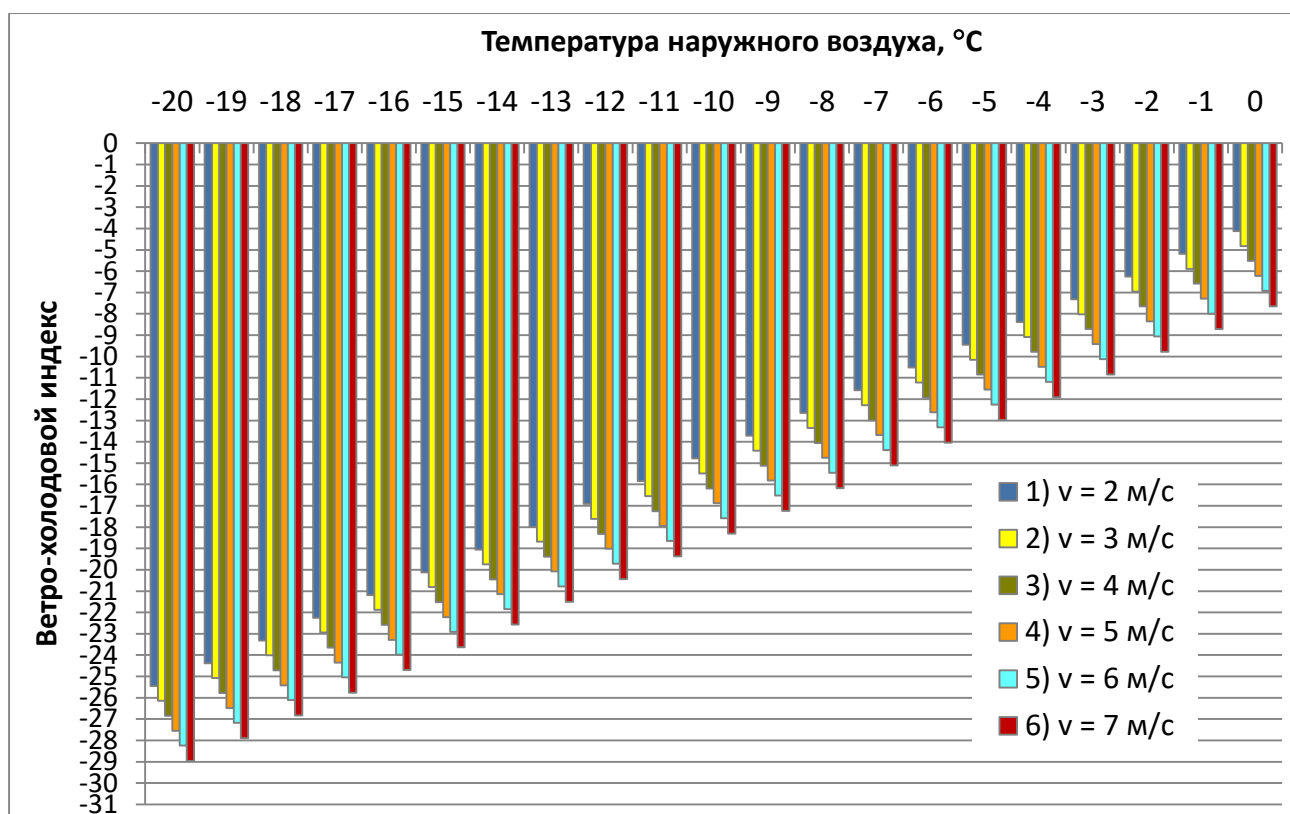


Рисунок 6 – Номограммы величины ветро-холодового индекса при влажности воздуха от 75% до 84% в зависимости от температуры наружного воздуха на открытой территории и от скорости ветра

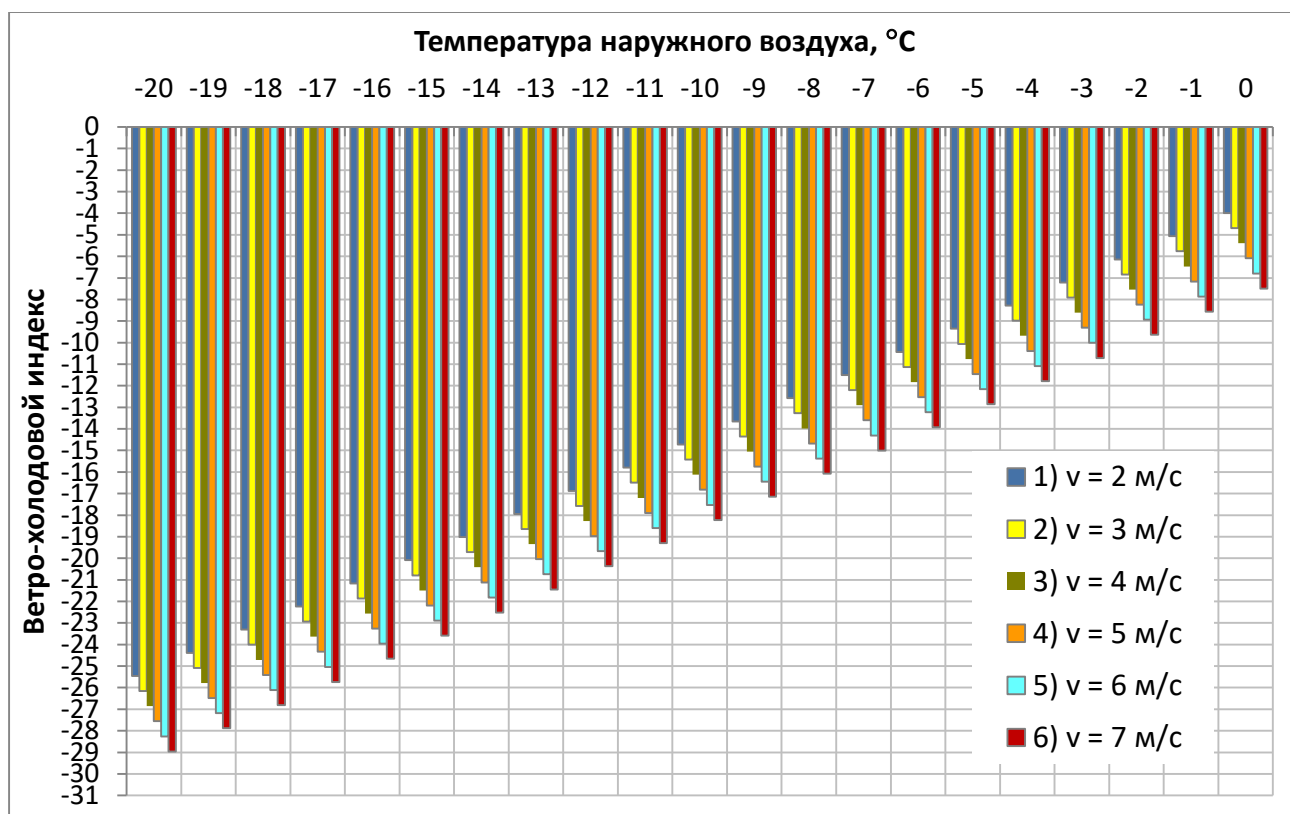


Рисунок 7 – Номограммы величины ветро-холодового индекса при влажности воздуха от 85% до 90% в зависимости от температуры наружного воздуха на открытой территории и от скорости ветра

Результаты исследования позволили обосновать целесообразность использования определения ветро-холодового индекса как для комплексной оценки факторов рабочей среды на открытой территории, так и для оценки эффективности специальной одежды, используемой на объектах строительной отрасли.

В пятой главе приведено описание разработанных методических рекомендаций, которые устанавливают требования по использованию средств индивидуальной защиты ремонтников искусственных сооружений, с целью уменьшения влияния вредных и опасных факторов производственной среды.

В методических рекомендациях выделены опасные факторы, которые могут влиять на работников, и факторы с неблагоприятным влиянием на организм человека. Представлены три основные группы, на которые классифицируются опасности на рабочих местах, и рассмотрены методы идентификации опасностей на этапах выполнения работ.

При внедрении новых комплектов специальной одежды была проведена оценка социально-экономического эффекта. Для оценки социального эффекта было проведено анкетирование среди работников, по результатам которого выявлено, что предлагаемый костюм имеет более эргономичную конструкцию, и его использование оценивают как более комфортное. Конструкция спецодежды способствует улучшению условий труда, снижению его тяжести и утомляемости, а также способствует росту производительности труда.

Положительный экономический эффект достигается благодаря увеличению срока эксплуатации костюмов без потери их защитных свойств, а также возможности реализации костюмов после срока эксплуатации на дальнейшую переработку в качестве вторсырья.

Для расчета используется следующая формула:

$$\mathcal{E} = 12 * \mathcal{Ч} * \left(\frac{\mathcal{Ц}_1}{\mathcal{Д}_1} - \frac{\mathcal{Ц}_2}{\mathcal{Д}_2} \right) + \mathcal{Ч} * \mathcal{С},$$

где $\mathcal{Ц}_{1/2}$ – розничная цена единицы изделия действующей/опытной спецодежды, руб.;

$\mathcal{Д}_{1/2}$ – фактический срок эксплуатации, действующей/опытной спецодежды, мес.;

$\mathcal{Ч}$ – сравнимая численность рабочих – носчиков, используемых спецодежду, чел.;

$\mathcal{С}$ – стоимость реализации костюма для дальнейшей переработки, руб.

Расчет ожидаемой экономической эффективности составляет 6 923,08 рублей, данный расчет выполнен для опытной партии, состоящей из 100 единиц комплектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате исследований, анализа и оценки условий труда мостостроителей, анализа видов утраты здоровья расширено представление о перечне факторов рабочей среды занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры, влияющих на безопасность их производственной деятельности. Обоснована необходимость учета комплекса показателей, характеризующих метеорологические условия при организации работ на открытой территории.

2. Обосновано научное положение о том, что необходимым направлением для развития и совершенствования охраны и безопасности труда является объектно-ориентированный подход к исследованию системы «человек – одежда – производственная среда», что позволяет обеспечить единство и сопряженность всех этапов проектирования для сохранения здоровья работающих.

3. Определены требования для разработки эргономичной конструкции спецодежды для работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры, и разработан комплекс приоритетных показателей физико-механических свойств материалов для спецодежды с высоким уровнем защиты от опасных и вредных производственных факторов.

4. Доказаны преимущества предлагаемой к использованию синтетической ткани для производства комплектов спецодежды работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры за счет улучшенных физико-механических, токсикологических и гигиенических характеристик.

5. Установлено, что условия труда формируют риск утраты здоровья, который может быть снижен в условиях применения спецодежды из новой ткани за счет ее мультизащитных свойств: огнестойкость, термостойкость, антиэлектростатичность, нефте- и маслоотталкивание, водоотталкивание, оптимальная воздухопроницаемость, снижение интенсивности негативного влияния метеорологических факторов, а также эксплуатационная надежность.

6. Разработаны методические рекомендации, направленные на повышение производительности и улучшение условий труда работников, занятых в строительстве и эксплуатации искусственных сооружений объектов транспортной инфраструктуры за счет разработки и внедрения специальной одежды с улучшенными эргономическими характеристиками.

7. Рекомендуются внедрение предлагаемых комплектов специальной одежды для работников транспортной инфраструктуры, что приведет к улучшению условий труда работников, а также снижению случаев травматизма и уровня общей заболеваемости.

8. Перспективой дальнейшей разработки темы является изучение и проектирование средств индивидуальной защиты для снижения негативного действия неустраняемых факторов производственной среды.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) в рецензируемых научных изданиях

1. Кириллин, А.А. Анализ эффективности средств индивидуальной защиты работников инфраструктурного комплекса / А.А. Кириллин, О.С. Сачкова, Д.В. Климова // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 3. – С. 110–111.
2. Сачкова, О.С. Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности работников транспортного комплекса / О.С. Сачкова, А.А. Кириллин, Д.В. Климова // Наука и техника транспорта. – 2023. – № 1. – С. 101-112.
3. Кириллин, А.А. Использование инновационных материалов в специальной одежде работников путевого комплекса / А.А. Кириллин, О.С. Сачкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11, № 4(60). – С. 154–157.

б) зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности

4. Патент на промышленный образец. Куртка. № 131607 от 07 июня 2022 г.

в) в изданиях, входящих в Scopus

5. Kirillin, A.A. Analysis of the results of biokinematic studies for optimizing the design of workwear for bridge builders / A.A. Kirillin, O.S. Sachkova // Fibre chemistry. – 2022. – № 5. – С. 313–316 (CA (core) (a), Scopus (a), Springer (a), WoS (a)).
6. Кириллин, А.А. Анализ результатов биокинематических исследований с целью оптимизации конструирования спецодежды мостостроителей / А.А. Кириллин, О.С. Сачкова // Химические волокна. – 2021. – № 5. – С. 24-27.
7. Кириллин, А.А. Улучшение защитных свойств костюмов специальной одежды за счет использования современных материалов / А.А. Кириллин // Химические волокна. – 2022. – № 6. – С. 48-49.

г) в других изданиях и материалах конференций

8. Сачкова, О.С. Улучшение условий труда мостостроителей при осуществлении работ на объектах железнодорожного транспорта / О.С. Сачкова, А.А. Кириллин // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте: Сборник трудов ученых и специалистов транспортной отрасли. – М., 2019. – С. 226–230.

9. Нотченко, Е.Е. Оценка технического состояния мостов путем проведения динамических испытаний / Е.Е. Нотченко, А.А. Кириллин, В.А. Аксенов // Проблемы безопасности российского общества. – 2019. – № 2. – С. 40–42.

10. Нотченко, Е.Е. Развитие транспортной инфраструктуры / Е.Е. Нотченко, А.А. Кириллин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – 2019. – С. 32–36.

11. Кириллин, А.А. Анализ условий труда при строительстве мостов / А.А. Кириллин // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: Материалы X юбилейной межрегиональной научно-практической online конференции молодых ученых и специалистов с международным участием. – 2020 – С. 108–109.

12. Кириллин, А.А. Актуальные проблемы при оценке профессиональных рисков мостостроителей / А.А. Кириллин, О.С. Сачкова // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – 2020 – С. 180–181.

13. Кириллин, А.А. Применение современных синтетических материалов в строительной отрасли с целью улучшения условий труда / Проблемы безопасности российского общества. – 2021. – № 2 (34). – С. 57-59.

14. Сачкова, О.С. Соблюдение санитарно-эпидемиологических норм при работах на искусственных сооружениях / О.С. Сачкова, А.А. Кириллин // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях : Материалы XI межрегиональной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. – Саратов, 2021. – С. 137–138.

15. Кириллин, А.А. Оптимизация обеспечения мостостроителей спецодеждой и спецобувью с целью повышения эффективности защиты от неблагоприятных производственных факторов / А.А. Кириллин, О.С. Сачкова // Легкая промышленность. Курьер. – 2022. – № 3. – С. 6.

г) монография

16. Вильк, М.Ф. Повышение безопасности труда проводников пассажирских вагонов за счет снижения производственного травматизма / М.Ф. Вильк, В.А. Аксенов, О.С. Сачкова, А.А. Кириллин, Л.Н. Кошель – Москва, 2019.

Кириллин Александр Андреевич

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА
РАБОТНИКОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗА СЧЕТ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ**

2.9.10. Техносферная безопасность транспортных систем (технические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать «20» июня 2023 г.

Формат 60x84/16

Заказ № _____

Объем 1,5 усл. п. л.

Тираж 80 экз.

127994, России, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр. 9