

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

На правах рукописи



Леванчук Леонид Александрович

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РАБОТНИКОВ  
ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

2.9.10. Техносферная безопасность транспортных систем

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук,  
профессор  
Титова Тамила Семеновна

Санкт-Петербург – 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИИ РАБОТНИК ЛОКОМОТИВНОЙ БРИГАДЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ .....	14
1.1 Особенности трудового процесса работников локомотивных бригад.....	15
1.2 Результаты анализа показателей заболеваемости у работников локомотивных бригад.....	20
1.2.1 Профессиональная заболеваемость работников железнодорожного транспорта .....	21
1.2.2 Заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников локомотивных бригад .....	25
Выводы по главе 1.....	27
Глава 2 ОЦЕНКА И АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ .....	29
2.1 Характеристика условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения при выполнении поездной работы .....	32
2.2 Физические факторы рабочей среды .....	34
2.2.1 Виброакустические факторы.....	34
2.2.2 Неионизирующие электромагнитные поля и излучения .....	38
2.2.3 Микроклиматические условия.....	38
2.3 Биологические факторы .....	39
2.4 Загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами.....	40
2.5 Факторы трудового процесса.....	40
2.5.1 Тяжесть трудового процесса.....	40
2.5.2 Напряженность трудового процесса .....	41
2.6 Режимы труда и отдыха работников локомотивных бригад магистрального движения .....	42
2.7 Влияния комплекса факторов рабочей среды и трудового процесса на работников локомотивных бригад магистрального движения .....	43

Выводы по главе 2.....	54
Глава 3 АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКА УТРАТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКАМИ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ, ФОРМИРУЕМОГО УСЛОВИЯМИ И ОРГАНИЗАЦИЕЙ ИХ ТРУДА.....	56
3.1 Анализ профессионального риска работников локомотивных бригад на основе специальной оценки условий труда.....	57
3.2 Анализ и оценка профессионального риска у работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих тепловозы и подвергающихся воздействию загрязнителей воздуха рабочей зоны.....	59
3.2.1 Анализ и оценка неканцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих тепловозы .....	65
3.2.2 Анализ и оценка канцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения .....	68
3.3 Анализ и оценка риска утраты здоровья у работников локомотивных бригад магистрального движения в зависимости от стажа и интенсивности сочетанного воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса.....	69
Выводы по главе 3.....	82
Глава 4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА И СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ .....	85
4.1 Обоснование мероприятий, направленных на обеспечение гигиенической безвредности условий труда .....	85
4.2 Обоснование мероприятий, направленных на обеспечение эпидемиологической безопасности условий труда за счет внедрения установок обеззараживания воздуха в подвижном составе железнодорожного транспорта.....	87
4.2.1 Определение и анализ распространения биологического загрязнения воздуха рабочей зоны в кабине локомотива.....	88

4.2.2 Обоснование выбора безопасных ультрафиолетовых излучателей для обеззараживания воздуха рабочей зоны в кабинах локомотива .....	97
4.3 Социально-экономическая эффективность мероприятий по охране труда работников локомотивных бригад .....	106
Выводы по главе 4.....	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	110
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	113
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	116
Приложение А .....	142
Приложение Б .....	143
Приложение В.....	144
Приложение Г .....	145
Приложение Д.....	147
Приложение Е .....	148
Приложение Ж.....	149

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** По данным Доклада ВОЗ/МОТ (2021 г.), каждый день в мире умирает в результате заболеваний и травм, связанных с трудовым процессом, около 5 тысяч человек (2 млн случаев) в год. По данным НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова в России, ежегодно регистрируется примерно 5–7 тысяч профессиональных заболеваний. Не смотря на снижение общего уровня профессиональных заболеваний, за последние годы отмечается рост заболеваемости лиц трудоспособного возраста такими болезнями как патология сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, опорно-двигательного аппарата. Это обуславливает значительные социальные и экономические потери. В связи с этим в рамках Трудового кодекса РФ предусмотрено определение и управление профессиональным риском.

**Степень разработанности темы исследования.** Структура и уровни профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости, в том числе в транспортной отрасли, изучены российскими учеными И.В. Бухтияров, М.Ф. Вильк, А.И. Гоженко, К.Г. Гуревич, Е.Н. Жарких, Е.А. Жидкова, В.А. Логинова, И.В. Маев, В.Г. Цурканн, Н.В. Пырикова, В.Г. Яркова. Уровни заболеваемости зависят от качества условий труда и интенсивности воздействия вредных факторов рабочей среды и трудового процесса. Необходимость сохранения здоровья и профессиональной трудоспособности в условиях воздействия неустраняемых в настоящее время неблагоприятных факторов условий труда машинистов локомотивных бригад (РЛБ) диктует целесообразность использования методологии оценки риска их здоровью для обоснования мер, направленных на обеспечение безопасности железнодорожных перевозок.

Железнодорожный транспорт составляет основу транспортной системы России. Эксплуатационная протяжённость сети железных дорог общего пользования России составляет 85,5 тыс. км. Общий парк магистральных грузовых локомотивов в 2021 году составил 11724 тяговые единицы. Эксплуатируемый парк

локомотивов в ОАО «РЖД» по данным О. Белозёрова (2021) характеризуется 59% износа. Самой массовой профессией в Дирекции тяги – филиале ОАО «РЖД» являются работники локомотивных бригад, эксплуатирующие локомотивы. Средняя численность РЛБ составляет 115 тысяч человек (65 тыс. машинистов и 50 тыс. помощников машинистов).

Работники локомотивных бригад магистрального движения составляют профессиональную группу непосредственно обеспечивающих безопасность процесса перевозок. Федеральным законодательством, нормативными и техническими документами ОАО «РЖД» регламентированы все аспекты и особенности трудового процесса РЛБ. Вместе с тем, за последние годы, несмотря на сокращение случаев профессиональной заболеваемости, продолжается рост числа случаев производственно-обусловленной патологии, такой как патология сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, эндокринной и дыхательной систем, опорно-двигательного аппарата. Социальные и экономические потери в результате утраты профессиональной работоспособности изучены российскими и зарубежными учеными Е.М. Гутором, В.В. Сериковым и соавт., И.А. Яицковым, Chandola T. et al., Garcia E.L.L. et al.

В связи с различием целей сертификационных испытаний локомотивов (при их строительстве и ремонте) и нормативно-технической документации, регламентирующей оценку факторов производственной среды в процессе их эксплуатации, выявляются значительные отклонения показателей рабочей среды от требований охраны труда.

Изучению условий труда РЛБ посвящены работы А.М. Волкова, Ю.Н. Каменского, О.И. Юшковой, Б.И. Школьников, А.Г. Лексина, В.Б. Панковой. Проблемам обеспечения охраны труда и безопасности производственных процессов на железнодорожном транспорте посвящены исследования В.А. Аксёнова, А.М. Анненкова, С.В. Белова, В.О. Дегтярёва, В.И. Жукова, М.А. Котика, Е.А. Клочковой, Г.А. Корнийчук, А.Л. Левицкого, Б.А. Лёвина, Н.Н. Маслова, В.М. Пономарёва, В.Г. Попова, Б.Н. Рахманова, О.Н. Русака, Ю.Г. Сибарова,

Т.С. Титовой, В.Н. Филиппова, Е.Т. Чернова, М.А. Шевандина, Л.Э. Шварцбурга и других.

Основными причинами нарушений при выполнении трудовых функций РЛБ, являются нарушения психофизиологического состояния в результате длительного воздействия негативных факторов рабочей среды. Исследования С.С. Купчиковой, А.А. Прохорова, Г.Н. Шеметовой, И.С. Кандор, Е.М. Ратнер, В.М. Шахнарович, Ф.А. Звершхановского, Жидковой Е.А. указывают на недостаточное внимание психофизиологическим возможностям организма человека, работающего в неблагоприятных условиях, переоценку роли независимости процессов функционирования железнодорожного транспорта от «человеческого фактора» при реализации организационных мероприятий. А также на отсутствие, в ряде случаев, объективных выводов об истинных причинах инцидентов. Кроме того, в сложившейся эпидемической ситуации с коронавирусной инфекцией актуальным стало изучение биологического фактора в воздушной среде кабины локомотива в условиях его эксплуатации, оказывающего влияние на здоровье, работоспособность и профессиональную надежность при работах с повышенной опасностью. При оценке риска под профессиональной надежностью считают способность работать без ошибок при управлении транспортом, кроме того без нарушений правил и происшествий..

Таким образом, анализ факторов, определяющих профессиональную надежность работников локомотивных бригад и научное обоснование комплекса организационных, технических, санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на сохранение здоровья РЛБ, их профессиональной пригодности и обеспечение безопасности железнодорожного движения является актуальным направлением научных исследований.

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.9.10 – Техносферная безопасность транспортных систем по пунктам 4 «Физические, физико-химические, биологические и социально-экономические процессы, производственные и информационно-коммуникационные технологии и материалы, определяющие опасные факторы транспортной деятельности» и

пункта 8 «Методы и средства обеспечения техносферной безопасности транспортных систем».

**Цель работы:** Разработка элементов информационно-коммуникационной технологии, направленной на объективизацию данных о состоянии условий труда работников локомотивных бригад и обоснование комплекса организационных, технических, санитарно-гигиенических мероприятий для сохранения их здоровья и профессиональной трудоспособности.

В соответствии с поставленной целью **сформулированы следующие основные задачи исследования:**

1. Оценка и анализ физических, физико-химических и психофизиологических факторов условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения, осуществляющих деятельность на электровозах и тепловозах с различными сроками эксплуатации.

2. Анализ показателей профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад магистрального движения.

3. Количественная оценка связи показателей, характеризующих факторы рабочей среды и трудового процесса, и показателей утраты здоровья работниками локомотивных бригад магистрального движения на основе использования методологии оценки риска.

4. Разработка элементов информационно-коммуникационной технологии для совершенствования метода оценки риска профессионально-обусловленной и профессиональной патологии работников локомотивных бригад магистрального движения на основе учета сочетанного воздействия факторов производственной среды.

5. Разработка комплекса мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения для сохранения их здоровья и профессиональной трудоспособности для обеспечения безопасности перевозочного процесса.



**Объектом исследования** являются условия труда работников локомотивных бригад магистрального движения, осуществляющих деятельность на электровозах и тепловозах с различными сроками эксплуатации.

**Предмет исследования:** влияние факторов рабочей среды и трудового процесса работников локомотивных бригад магистрального движения на продолжительность их профессиональной трудоспособности.

**Научная новизна исследования:**

1. В результате расчета риска утраты здоровья работниками локомотивных бригад магистрального движения (РЛБМД) установлены количественные характеристики связи показателей факторов рабочей среды в локомотивах на электрической и дизельной тяге с различным сроком эксплуатации на показатели производственно-обусловленных патологий (патология сердечно-сосудистой системы, нейросенсорной тугоухости и др.), которые снижают продолжительность профессиональной трудоспособности.

2. В результате проведенных исследований впервые в перечень неблагоприятных факторов рабочей среды РЛБМД в условиях эпидемиологического неблагополучия включен биологический фактор, выполнено его исследование, разработаны меры предупреждения негативного влияния на здоровье работающих.

3. Разработаны элементы информационно-коммуникационной технологии для совершенствования метода оценки риска профессионально-обусловленной и профессиональной патологии РЛБМД на основе сбора, учета, анализа и оценки комплекса физических, физико-химических, биологических факторов рабочей среды и психофизиологических факторов трудового процесса.

4. Предложен комплекс организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения в зависимости от срока службы эксплуатируемых локомотивов и вида их тяги.

### **Теоретическая и практическая значимость работы:**

Разработаны методические рекомендации для определения профессиональной надежности РЛБМД на основе определения риска формирования производственно-обусловленной и профессиональной патологии, учитывающие воздействие комплекса физических, химических и биологических факторов рабочей среды и факторов трудового процесса (утв. ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Роспотребнадзора от 27.01.2020 г.). Методические рекомендации внедрены в деятельность Октябрьской железной дороги - филиала ОАО «РЖД» (Акт внедрения № ОКТНБТ-10 от 05.05.2022 г.)

Разработана программа для ЭВМ направленная на совершенствование метода оценки риска формирования профессионально-обусловленной и профессиональной патологии РЛБМД на основе учета сочетанного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса. В основу программы легли элементы информационно-коммуникационной технологии. Программа позволяет при анализе факторов рабочей среды и трудового процесса рассчитать риск развития профессионально-обусловленных и профессиональных заболеваний для РЛБМД различных стажевых групп, осуществляющих трудовую деятельность на локомотивах с различным сроком эксплуатации (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021618616. Риск развития профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад. Заявка № 2021617589 от 18 мая 2021); программа используется ООО «Институт медико-экологических проблем и оценки риска здоровью. Строительство. Проектирование» (Акт внедрения от 08.06.2021).

Полученные результаты позволили усовершенствовать понятийный аппарат в области характеристики влияния «человеческого фактора» на безопасность движения транспорта и количественно характеризовать уровень профессионального риска у работников локомотивных бригад. Результаты используются в деятельности ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (акт внедрения 22.06.2021г.) и в учебном процессе ФГБОУ ВО ПГУПС

при подготовке специалистов в области техносферной безопасности и безопасности технологических процессов и производств (акт внедрения от 07.06.2021 г.).

**Методология и методы исследования** включает идентификацию, измерение, оценку и анализ производственных факторов у работников локомотивных бригад магистрального движения, осуществляющих деятельность на электроваззах и тепловозах с различными сроками эксплуатации. Статистический анализ показателей заболеваемости. Методы описательной статистики, регрессионный и факторный анализ, метод математического анализа в программном комплексе SolidWorks с использованием модуля FlowSimulation. При организации исследований применен риск-ориентированный подход.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты оценки и анализа условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения, осуществляющих деятельность на электроваззах и тепловозах с различными сроками эксплуатации, количественная характеристика их влияния на формирование профессиональной, производственно-обусловленной патологии и продолжительность профессиональной трудоспособности.

2. Схема элементов информационно-коммуникационной технологии гигиенической оценки условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения для определения риска формирования у них процессов, сокращающих продолжительность профессиональной трудоспособности.

3. Результаты анализа и оценки биологического фактора условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения в условиях эпидемиологического неблагополучия.

4. Комплекс мероприятий, направленный на обеспечение безопасности деятельности работников локомотивных бригад магистрального движения, включающий организационные, технические и санитарно-гигиенические мероприятия.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечена тщательным планированием исследования, применением методов, адекватных поставленным задачам, рекомендованных норма-

тивно-технической документацией в области техносферной безопасности и охраны труда, а также анализом достаточного количества результатов измерений.

**Апробация результатов.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях: LXXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Транспорт: проблемы, идеи, перспективы» (Санкт-Петербург, 2016 г.); XXXIV Международной научно-практической конференции (г. Переяславль-Хмельницкий, 30–31 января 2017 г.); Международной научно-практической конференции «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте. ТЭБТРАНС» (Санкт-Петербург, 24–28 октября 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе» (г. Тюмень, 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Современные технологии в мировом научном пространстве» (г. Екатеринбург, 12 мая 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии и системы в решении задач инновационного развития» (г. Казань, 27 мая 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Проблемы научно-практической деятельности. Поиск и выбор инновационных решений» (г. Челябинск, 27 апреля 2021 г.); II Международной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020)» (г. Уфа, 2020 г.); III Международной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2021)» (г. Уфа, 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Совершенствование методологии и организации научных исследований в целях развития общества» (г. Новосибирск, 17 июня 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты формирования и развития «Новой науки»» (г. Уфа, 2022 г.).

**Личный вклад автора работы** заключается в разработке программы исследования, формулировании цели и задач, выборе и обосновании объектов и методов исследования, способов статистической обработки. Автором проведена

идентификация вредных факторов рабочей среды работников локомотивных бригад магистрального движения, их измерение, оценка и анализ, а также гигиеническая характеристика. Выполнена систематизация, обобщение и статистическая обработка полученных результатов. Установлены зависимости развития профессиональной и профессионально-обусловленных патологий от интенсивности воздействия факторов рабочей среды. Определены зоны преимущественного распространения биологического загрязнения воздуха рабочей зоны и рабочих поверхностей. Разработаны методические рекомендации для обеспечения безопасных условий труда и сохранения профессиональной трудоспособности работников локомотивных бригад магистрального движения. Личный вклад составляет 95%.

**По теме диссертации опубликовано** 14 научных работ, в том числе 4 работы – в ведущих рецензируемых научных изданиях и 2 в изданиях, входящих в систему Scopus, свидетельство на программу для ЭВМ.

**Структура и объём работы.** Работа изложена на 141 странице, содержит 35 рисунков, 20 таблиц. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (184 источника, в том числе, 39 иностранных), списка сокращений, а также 7 приложений.

## **Глава 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИИ РАБОТНИК ЛОКОМОТИВНОЙ БРИГАДЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ**

На сети железных дорог России эксплуатируется 29 типов тепловозов, а также используются электровозы двух типов: переменного и постоянного тока в модификациях для магистрального грузового и пассажирского движения, а также маневровые [1]. В 2021 году парк магистральных грузовых локомотивов составил 11724 тяговые единицы. В среднем в сутки эксплуатируется 4248 магистральных электровозов и 2018 магистральных тепловоза [1–4].

Грузовой парк в основном состоит из тепловозов 2ТЭ116 и 2ТЭ10 в модификациях В, Л, М, У, УТ. Парк пассажирских тепловозов составляют ТЭП70 (2940 кВт), способные с высокой скоростью водить поезда большого веса. В соответствии с порядком технического обслуживания и ремонта локомотивов их капитальный ремонт проводится после 2400 тыс. км. В 2002 году эксплуатировалось 73 % локомотивов со сроком службы более 10 лет. К 2020 году доля локомотивов прошедших капитальный ремонт (ЛПКР) сократилась до 50%. В 2020 году ОАО «РЖД» закупило 566 новых локомотивов. В структуре закупок – 328 магистральных электровозов, среди которых 294 грузовых (2ЭС5К – 15 единиц, 3ЭС5К – 122 единицы, 4ЭС5К – 15 единиц, 2ЭС6 – 96 единиц, 3ЭС6 – 30 единиц, 2ЭС7 – 9 единиц, 3ЭС4К – 4 единицы, 3ЭС10 – 3 единицы) и 34 пассажирских (ЭП2К – 25 единиц, ЭП20 – 5 единиц, ЭП1М – 4 единицы) [5].

В соответствии с планами ОАО «РЖД» средний срок эксплуатации локомотивного парка должен быть сокращен с 28 лет в 2015 году до 23 лет к 2020 году [4, 6]. Износ локомотивного парка с 2015 до 2020 года должен снизиться с 78% до 59% [4]. Ранее, срок службы локомотивов устанавливался в соответствии с приказом № ЦТЛ-32 от 24.01.1991 года и Постановлением СМ №1072 от 22.10.1990 года, приказами Минтранса РФ от 27.12.2006 года № 170 и № 358 от 11.12.2015 года в которых установлены следующие сроки службы тягового подвижного состава: электровозы постоянного и переменного тока – 30 лет; тепловозы магистральные, дизель-поезда, автотрисы 20 лет; электропоезда переменного и постоянного

тока 28 лет. В настоящее время срок устанавливается на основе экспертизы технического состояния локомотива в соответствии с Распоряжением ОАО РЖД 2796р с изменениями от 21.09.2018 г. № 2070р. В соответствии с СТО РЖД 1.09.003-2007 срок службы локомотивов не более 45 лет с учетом возможного продления. Срок службы локомотива может быть увеличен в 1,5 раза. При продлении срока службы принимается во внимание только ресурс базовых частей локомотива. Для соблюдения требований СТО закупки новых локомотивов должна планироваться на уровне 800–900 ед. в год.

При эксплуатации тепловозов происходит затрата топливно-энергетических ресурсов. Их среднегодовое потребление в 2020 году составляет 21 млн т усл. т (использован топливный эквивалент  $K = 1,45$  (1 кг = 1,45 кг усл. т)) [7].

### **1.1 Особенности трудового процесса работников локомотивных бригад**

В трудовом процессе работников локомотивных бригад (РЛБ) выделяют два этапа: подготовка локомотива к поездке; поездная работа.

Подготовка предусматривает: осмотр локомотива при приёмке и/или в депо (исправность, наличие песка, смазки, посторонний шум и стук, исправность контроллера, электропневматических контактов, освещения, сцепления локомотива с первым вагоном и соединения их воздушных рукавов и др.).

Поездная деятельность работника локомотивной бригады классифицируется как работа оператора локомотива. Характерной особенностью её является наличие двух компонентов деятельности, которые осуществляются параллельно. Первый компонент – это непосредственный процесс вождения, второй – контроль работы агрегатов локомотива. Два основных компонента приводят к «удвоению» контура управления, возрастанию вероятности отказов и снижению надежности.

**Деятельность, связанная с процессом вождения.** Наблюдение за состоянием железнодорожного пути. Необходимость постоянной корректировки за счет ручного управления локомотивом,двигающимся со скоростью в условиях поступающей извне информации (периодически или внезапно). Машинист вынужден

постоянно наблюдать за ситуацией, в то же время стремиться к наиболее раннему определению нетипичных и значимых событий. При этом РЛБ не обладает информацией, на основании которой возможно перспективное прогнозирование действий по управлению локомотивом. Восприятие информации осуществляется за счет органа зрения.

**Деятельность, связанная с контролем работы агрегатов локомотива.** Информация о работе энергосистемы локомотива, её блоков воспринимается РЛБ по показаниям приборов (зрение), характеру шума, работающих агрегатов (слух), вибрации корпуса локомотива (тактильная чувствительность).

При возникновении неполадок важной является диагностическая деятельность – способность РЛБ «мысленно воссоздать объект, работать с моделями тех предметов, которых нет перед глазами» [8].

В процессе трудовой деятельности РЛБ должен постоянно обрабатывать поступающую информацию из окружающей среды и от локомотива, одновременно осуществлять управляющие и корректирующие действия. Вместе с тем РЛБ не имеет возможности длительно сосредоточивать внимание ни на процессе вождения, ни на контроле работы агрегатов.

Следовательно, техническое состояние локомотива, требующее дополнительного внимания, оказывает непосредственное воздействие на напряженность трудового процесса, в виду того, что ошибка не может компенсирована дополнительными действиями. На рисунке 1.1 приведена схема технологии управления локомотивом.

Сумма раздражителей в течение рейса 600-620 км, может равняться 8–10 тыс. [9-12]. Около 10 % являются производственно-важными (светофоры, переезды, ограничители скорости, указатели профиля пути и т.д.). 90% сигналов, не являясь производственно-важными, могут существенно осложнить ситуацию. Для магистрального грузового железнодорожного транспорта при скоростях 80–100 км/ч машинист в течение минуты воспринимает 20–28 сигналов [12]. При скорости движения 200 км/ч количество сигналов увеличится до 50 [12]. Установлено [10, 12], что при продолжительном периоде поездной работы на высокой скорости от не-



прерывного воздействующего ряда раздражителей ухудшается переключение внимания и увеличивается количество ошибок [10, 12].

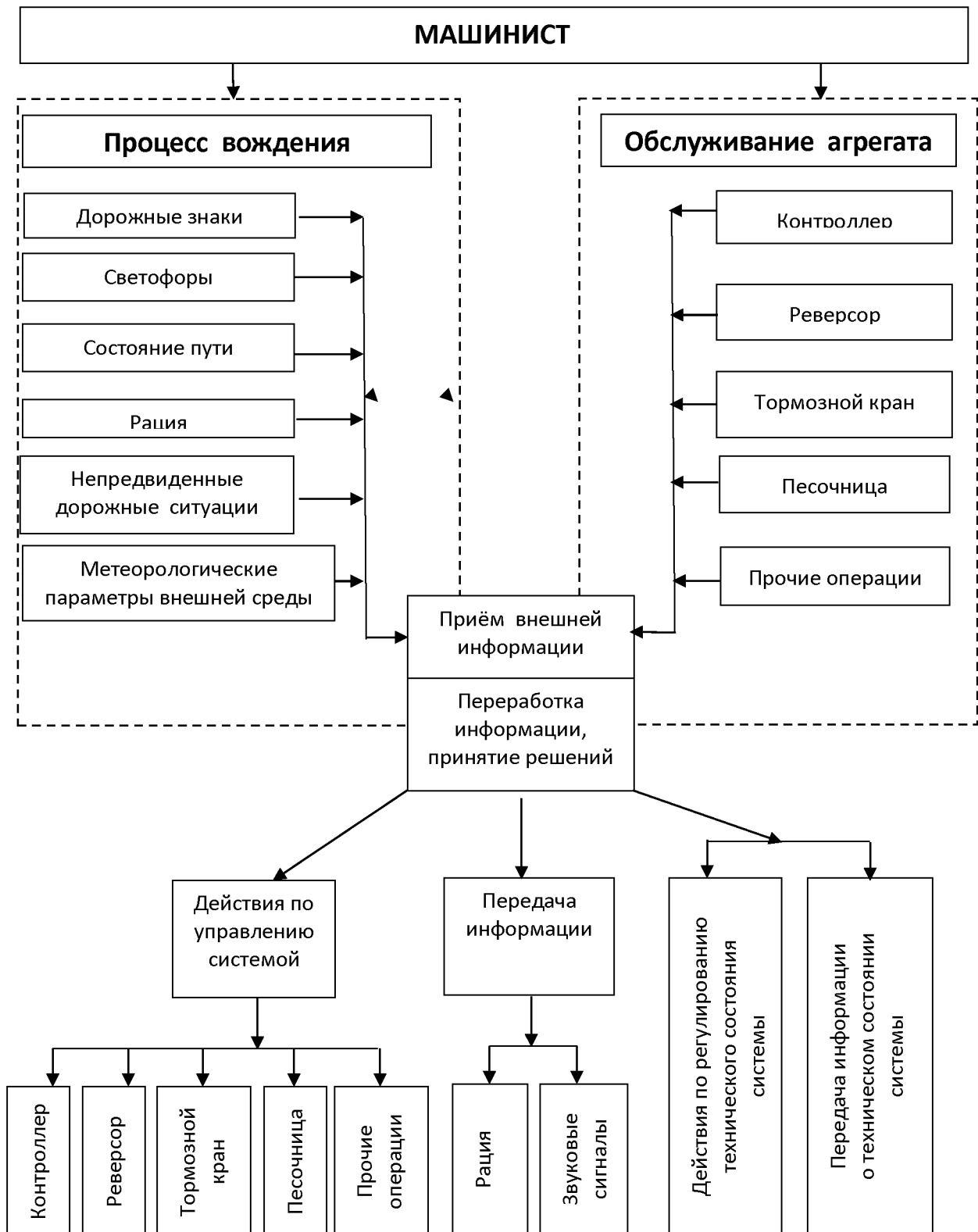


Рисунок 1.1 – Схема технологии управления РЛБ магистральным локомотивом

«Один из видов информации, получаемой машинистом в процессе поездной работы – периодические рапорты помощника и сигналы, воспринимаемые слухом которые , характеризующие работу двигателя локомотива. Изменение характера шума указывает на неисправность агрегатов и отдельных узлов» [13]. Необходимость действий в результате поступления сигналов для слухового анализатора в условиях шума двигателя способствует повышению напряженности трудового процесса [13].

Для «успешной деятельности машиниста одним из специфических качеств является восприятие времени и пространства» [14], «Для реализации возможности избежать аварию (остановка поезда, создание аварийной ситуации при экстренного торможения) в случае необходимости экстренного торможения поезда» [14].

Напряженность «трудового процесса приводит к нестабильности способности к оценке расстояния даже у опытных машинистов» [14]. Дистанции (100–350 м) часто переоцениваются. Вместе с тем, дистанции 350–600 м и/или до 1000 м дистанции определяются в за частую с определенной недооценкой» [12, 14]. «В условиях плохой видимости и на сложных профилях пути такого рода оценки «на глаз» ухудшаются» [14].

РЛБМД обычно знакомы с профилем участка, особенностями пути при различных климатических условиях, в различные периоды суток. Ошибки машинистов при управлении локомотивом, в основном, связаны с «функциональным состоянием центральной нервной системы (ЦНС) за счет снижения уровня работоспособности вследствие неблагоприятного воздействия комплекса факторов трудового процесса и рабочей среды» [14].

По данным Г.В. Далецкой [10], «мышечная работа машиниста за 3–6 часов работы при скорости движения поезда 10–140 км/ч составляет примерно 650 незначительных по своим усилиям движений и равна 40–50 кГм. При этом в момент внезапной смены сигнала, возникновения препятствия на пути, обрыве контактного провода или резкого изменения напряжения в контактной сети возникает необходимость производить быстрые и точные управляющие и корректив-

рующие действия» [15, 16]. «Дополнительно на участках со сложным профилем пути при спуске с перевала машинисты электровозов производят рекуперацию, а машинисты тепловозов тормозят состав» [15, 16].

При выполнении работы сочетанное действие неблагоприятных факторов рабочей среды и психофизиологической нагрузки сокращает время высокой работоспособности и приводит к проявлению признаков утомления. Эффективность труда в этом случае может не снизиться, но усилия для выполнения функций возрастают [12,16]. Результаты работы становятся менее надёжными [10,16].

Исследования [17] признаков утомления в условиях поездной работы показали, «что после 4 часов работы на повышенных скоростях наблюдается увеличение времени и степени зажима ручек управления почти вдвое, появляется много лишних движений, повышается среднее динамическое кровяное давление» [17]. [17] «Выраженность отмеченных изменений тем больше, чем длительней поездная работа на повышенных скоростях» [17].

Утомление способствует снижению бдительности – готовности к экстренным действиям, что увеличивает вероятность нештатной ситуации.

Поездная работа в ночное время суток нарушает суточную периодику организма и является наименее благоприятным фактором для поддержания бдительности [18].

В сумерках и тёмное время суток количество видимых объектов резко уменьшается, это увеличивает монотонность. Монотонность в сочетании с гиподинамией (сидячая поза, малый объём профессионально необходимых движений), общей вибрацией, создающей эффект укачивания и вызывает сонливость и возможность засыпания [19]. Ослепляющий эффект света встречных поездов вызывает кратковременную дезадаптацию [20].

Установлено [21], при повышении температуры в кабине до 27°C и выше снижается бдительность, как правило, в форме мгновенных «провалов» сознания, что оказывает влияние на качество выполнения профессиональных функций [21].

Известно [12, 13], что из общих свойств внимания для РЛБ профессионально значимыми являются: устойчивость (поддержание необходимого уровня дли-

тельное время), интенсивность и распределенность (способность иметь в «поле зрения» всю ситуацию в целом). Монотонность способствует снижению внимания [12, 13].

На фоне постоянного психоэмоционального напряжения в процессе поездной работы в ряде случаев могут возникать ситуации, формирующие острый эмоциональный стресс (человек на пути, транспортное средство на переезде, внезапный выход из строя оборудования и т.д.). Вероятность нештатных ситуаций увеличивает напряжённость трудового процесса и сокращает сроки развития утомления.

Поездная работа РЛБМД сопровождается постоянной сменой обстановки, отсутствием регулярности в режиме труда и отдыха, отсутствием организации питания.

В докладе Е. А. Жидковой (Центральная дирекция здравоохранения – филиала ОАО «РЖД») указано, что при анкетировании 9309 РЛБМД, работающих на сети дорог, в возрасте  $36 \pm 9,8$  лет со стажем работы  $10,3 \pm 9,4$  года получены сведения о том, что 100% опрошенных отмечают не комфортность микроклиматических условий в кабине локомотивов, низкое качество технического обслуживания и рассогласование сложности пути. 95% отметили низкое качество запасных частей и отсутствие туалетов, 94% опрошенных указали на высокую психоэмоциональную нагрузку, 92% опрошенных отметили большое число инструкций и их противоречивость, 75% в качестве неудовлетворительного фактора отметили «плавающий» график работы [19].

## **1.2 Результаты анализа показателей заболеваемости у работников локомотивных бригад**

В настоящее время заболеваемость характеризуется группой медико-статистических показателей: профессиональная заболеваемость, заболеваемость по обращаемости, производственно-обусловленная заболеваемость [18].

### 1.2.1 Профессиональная заболеваемость работников железнодорожного транспорта

Всего за период с 2016 по 2019 год (по данным ОАО «РЖД») на предприятиях было зарегистрировано 494 случая профессиональных заболеваний, из них 2 случая острых и 492 хронических профессиональных заболеваний. По данным управления Роспотребнадзора по железнодорожному транспорту, на предприятиях ОАО «РЖД» в 2019 г. было зарегистрировано 90 случаев профессиональных заболеваний (отравлений), что составило 1,99 на 10 тыс. работающих. В 2018 г. зарегистрировано 158 случаев, 2017г. – 121 случай, 2016г. – 125 случаев.

Структура случаев, профессиональных заболеваний различной этиологии, представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Структура случаев, профессиональных заболеваний различной этиологии, за период 2016–2019 гг. (%)

Профессиональные заболевания	Годы			
	2016	2017	2018	2019
От воздействия факторов физической природы	78,6	83,5	89,2	72,2
От воздействия факторов химической природы	12,0	12,4	5,7	15,6
От функционального перенапряжения органов и систем	10,4	4,1	5,1	12,2

За период 2016–2019 гг. значительных изменений в распределении профессиональных заболеваний (отравлений) в зависимости от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов не произошло. Ведущее место в структуре профессиональной заболеваемости в 2019 г. занимали заболевания, связанные с воздействием производственных физических факторов (72,2%).

За период с 2016 по 2019 гг. удельный вес случаев профессиональных заболеваний с утратой трудоспособности снизился с 51,20 % в 2016 г. до 43,33 % в 2019 г., соответственно возрос удельный вес случаев профессиональных заболе-

ваний без утраты трудоспособности с 48,80% в 2016 г. до 56,67% в 2019 г. Случаев со смертельным исходом не зарегистрировано (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Распределение профессиональных заболеваний (отравлений) по исходам за период 2016–2019 гг. (%)

Заболевание	Годы			
	2016	2017	2018	2019
С утратой трудоспособности	51,2	42,2	48,7	43,3
Без утраты трудоспособности	48,8	57,8	51,3	56,7

Машинисты локомотивов среди работников железнодорожной отрасли занимают лидирующее место по профессиональной заболеваемости. В структуре профессиональной заболеваемости машинистов и помощников 42% составляет нейросенсорная тугоухость, 26% заболевания опорно-двигательного аппарата (радикулопатии, миофиброзы), 8% бронхиальная астма и 8% заболевания органов дыхания (бронхиты и пневмонии), 10% заболевания кожи (экзема, дерматит), 4% полиневропатия, 2% вибрационная болезнь (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Структура профессиональной заболеваемости работников локомотивных бригад (%) 2019 год

Сравнительный анализ числа случаев профессиональных заболеваний среди работников локомотивных бригад в зависимости от вида тяги представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Показатели профессиональной заболеваемости РЛБ в 2019 году в зависимости от вида тяги

Профессия	Вредный фактор рабочей среды					
	Абсолютные показатели			На 10 000 работающих		
	Шум	Общая вибрация	Тяжесть трудового процесса	Шум	Общая вибрация	Тяжесть трудового процесса
РЛБ электровозов	11	3	-	1,29	0,35	-
РЛБ тепловозов	8	1	-	2,28	0,28	-
Всего РЛБ	19	4	-	1,65	0,34	-

Установлено, что у РЛБ электровозов в 1,25 чаще, по сравнению с РЛБ тепловозов, регистрируется патология от воздействия общей вибрации; у РЛБ тепловозов, по сравнению с РЛБ электровозов, в 1,8 раза чаще регистрируется патология при воздействии шума.

Как известно [22, 23]: «деятельность РЛБ характеризуется напряженностью трудового процесса в условиях гиподинамии и фиксированной рабочей позы, а также воздействия неблагоприятных факторов физической и химической природы. Сочетанное воздействие комплекса неблагоприятных факторов приводит к тому, что частота встречаемости заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) среди рабочих, подвергающихся такому воздействию, в 3 раза выше, чем у рабочих вспомогательных профессий. Кроме того, по данным анкетирования 182 человек» [23], [23]; «у РЛБ регистрируются головные боли, повышенная тревожность, а также утомляемость, снижение памяти, ухудшение внимания[23]. Это свидетельствует о нарушении деятельности центральной нервной (ЦНС) и эндокринной систем.

Анализ литературных данных показал, что [23-25]: «под воздействием вредных факторов наблюдается ускоренное биологическое старение организма,

что способствует возникновению различных патологий, ухудшению качества и снижению продолжительности жизни». [25-29]: «Более 85% всех профессиональных заболеваний определяются воздействием виброакустических факторов (нейросенсорная тугоухость, вибрационная болезнь)». Известно, что на этапе формирования этой патологии первичными признаками является патология ССС (гипертоническая болезнь), которую следует отнести в группу производственно-обусловленной патологии [19, 30-34].

По данным ОАО «РЖД» на основании сведений АСПО, руководствуясь «Методикой формирования групп риска работников локомотивных бригад по медицинским и психофизиологическим показателям» от 1 декабря 2011 г. № 330, созданы (совместно с психофизиологами) четыре группы риска с угрозой развития заболеваний ССС, их осложнений и вероятности внезапной смерти на основе использования специальных таблиц определения суммы баллов и разработки дальнейшей программы реабилитации РЛБ. Т.е. проблема патологии ССС весьма актуальна для РЛБ.

Вместе с тем [35]: «увеличиваются и показатели заболеваемости с временной утратой работоспособности (ЗВУТ), инвалидности и смертности РЛБ по сравнению с аналогичными показателями среди других работников железнодорожного транспорта» [35].

Симптомы [19]: «профессионально-обусловленных заболеваний приводят к формированию причин отстранения РЛБ от рейса». [23]: «Среди работников локомотивных бригад очень мало сотрудников старше 45 лет (т.е. самых опытных) в основном в результате не прохождения допускового контроля» [19, 23].

По данным [36-40]: частота возникновения профессионально обусловленных заболеваний различной этиологии у РЛБ (заболевания сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания и др.) растет по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и гораздо выше, чем в профессиональных группах, не подвергающихся воздействию вредных факторов» [36-40].



### 1.2.2 Заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников локомотивных бригад

В рамках изучения заболеваемости проведено исследование показателей заболеваемости с временной утратой здоровья (ЗВУТ). В таблице 1.4 представлено число случаев и дней ЗВУТ на 100 работников локомотивных бригад в 2010–2018 гг.

Таблица 1.4 – Показатели ЗВУТ у работников локомотивных бригад (на 100 работающих) в сравнении с другими профессиональными группами РЖД (на примере СВ ЖД)

Показатель	Группа	Годы								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Число случаев	РЛБ	84	82,6	86,5	82	82,7	84	100,8	93,2	103,4
	Другие	61	71	62,8	73,4	76,9	73,6	69,7	73,8	68
Число дней	РЛБ	1029	1062	1030	949	972,2	965,1	1145	1133	1140
	Другие	896,2	997,6	850,1	925,5	928,3	934,8	910,7	906,6	834

У работников локомотивных бригад показатели ЗВУТ увеличиваются как по количеству случаев, так и по количеству дней нетрудоспособности, несмотря на снижение случаев первичных профессиональных заболеваний. Показатели ЗВУТ у РЛБ превышают показатели прочих работников РЖД и находятся на уровне «выше среднего».

Обращает на себя внимание тот факт, что основным классом заболеваний в структуре ЗВУТ работников локомотивных бригад является класс заболеваний органов дыхания, в основном за счет ОРВИ и гриппа в годы эпидемий.

Нашими исследованиями установлено, что показатели ЗВУТ увеличиваются с увеличением стажа работы и возраста РЛБ (рисунок 1.3).

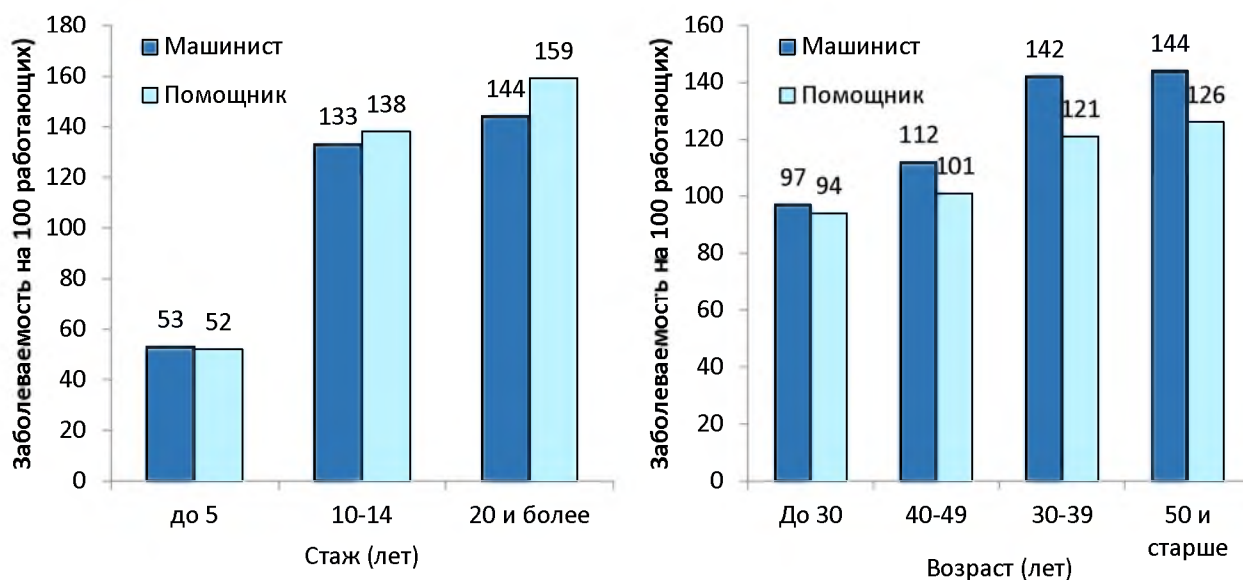


Рисунок 1.3 – Показатели заболеваемости с ВУТ в зависимости от стажа и возраста (на 100 работающих)

Средний показатель случаев по сети дорог составляет 103,8 на 100 работающих. Средний показатель дней нетрудоспособности составляет 1140 на 100 работающих. В соответствии со шкалой оценки (Е.Л. Ноткина), такие показатели оцениваются как показатели «выше среднего».

В структуре ЗВУТ РЛБ первое место традиционно занимают болезни органов дыхания (ОД), второе – болезни косно-мышечной системы и соединительной ткани (БКМС), третье – патология в результате травм (Т), четвертое – болезни системы органов кровообращения (БОК). Выявлено, что основными причинами отстранений от рейса работников локомотивных бригад, как и работников автомобильного большегрузного транспорта при проведении пред рейсовых медицинских осмотров являются: артериальная гипертония (62); нарушение ритма сердечных сокращений (52); ОРВИ (75); алкогольное опьянение (0,1) случаев на 10 тыс. обследований. Т.е. основными причинами отстранения от рейса являются заболевания ССС – 60% и острые респираторные заболевания – 40%.

Уровень первичной инвалидности РЛБ магистрального движения составляет 6,8 случая на 1000 работающих, и более чем в 2 раза превышает значения в целом по отрасли. По данным Е.А. Жидковой (2018 г.) ежегодно доля лиц, профессионально непригодных, в среднем за пять лет составляет 0,51 %. При средней

численности РЛБ 115 тысяч, количество непригодных составляет ежегодно от 5,7 до 6,0 тысяч человек. Доля лиц с первичным выходом на инвалидность от числа РЛБ составляет в среднем за 5 лет 0,14%, имеет тенденцию снижения, но не опускается ниже 0,11%. Абсолютное количество РЛБ с первичным выходом на инвалидность по сети дорог ежегодно составляет на менее 1260 человек. В структуре первичной инвалидности основными являются болезни ССС системы, злокачественные новообразования и болезни костно-мышечной системы.

По данным Центральной дирекции здравоохранения – филиала ОАО «РЖД» на сети дорог в период с 2009 по 2017 гг. зарегистрировано 119 случаев внезапной смерти среди РЛБ, основными причинами которых являются острый коронарный синдром (93%) и инсульты (5%), т.е. болезни органов кровообращения.

### **Выводы по главе 1**

1. Парк и число ежедневно эксплуатируемых магистральных локомотивов постоянно увеличивается. Вместе с тем износ локомотивного парка в 2020 году составляет 59%.

2. Рабочий процесс РЛБ включает подготовку к поездной работе, деятельность, связанную с вождением локомотива и контролем работы агрегатов. При этом основу этой деятельности составляет процесс приема информации, ее переработка и принятие решений, связанных с безопасностью движения в условиях гиподинамии, высокого уровня напряженности трудового процесса и сверхнормативного воздействия виброакустических и микроклиматических факторов.

3. Работники локомотивных бригад занимают первое место по уровню профессиональной заболеваемости среди работников железнодорожного транспорта. Основными нозологическими формами профессиональных болезней являются: нейросенсорная тугоухость (42%) и заболевания костно-мышечной системы (26%). Показатель заболеваемости с ВУТ как по числу случаев, так и по числу дней нетрудоспособности оценен как показатель «выше среднего». В структуре ЗВУТ основными являются заболевания органов дыхания, патология

костно-мышечной системы, травмы, болезни сердечно-сосудистой системы и органы пищеварения.

4. Ежегодно примерно 6 тысяч из числа РЛБ признаются непригодными для дальнейшей работы по профессии, и около 1,2 тысяч из числа РЛБ выходят на инвалидность. В структуре первичной инвалидности преобладают болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования и болезни костно-мышечной системы.

5. Основными причинами отстранения от рейса в процессе предрейсовых медицинских осмотров являются заболевания ССС – 60% и острые респираторные заболевания – 40%.

6. Полученные результаты позволили сформулировать цель и задачи работы и определить перечень исследований, направленных на сохранение здоровья и профессиональной трудоспособности РЛБ – изучение количественных характеристик риска развития патологических процессов, являющихся основными причинами отстранения от рейса, ЗВУТ, профессиональных заболеваний и выхода на инвалидность в зависимости от интенсивности воздействия неблагоприятных факторов.

## Глава 2 ОЦЕНКА И АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Для целей исследования условий труда РЛБМД анализ и оценка проведены на локомотивах грузового и пассажирского магистрального движения. Известно, что условия труда на локомотивах, произведенных до 1990 года, отличаются от условий на новых локомотивах в связи с тем, что они имеют длительный срок эксплуатации и подвергались капитальному ремонту. Для исследования сформированы 4 группы по 10 локомотивов в каждой – электровозы и тепловозы условно разделенные на локомотивы, прошедшие капитальный ремонт – электровозы «ЭПКР» и тепловозы «ТПКР» (1987–1990 год производства) и локомотивы, не подвергавшиеся капитальному ремонту «ЭН» и «ТН» (2017-2020 год производства). Марки и год производства указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика объектов исследования

Электровозы, прошедшие капитальный ремонт (ЭПКР) 1988–1990 год выпуска		Электровозы новые (ЭН) 2017–2020 год выпуска	
ВЛ10 (3 ед.) ТЧЭ-21 Волховстрой		ЗЭС5К (4ед.) ТЧЭ-5 Кандалакша	
ВЛ10У (3 ед.) ТЧЭ-21 Волховстрой		2ЭС7 (6 ед.) ТЧЭ-22 Бабаево	
ВЛ15 (4 ед.) ТЧЭ-21 Волховстрой			
Тепловозы, прошедшие капитальный ремонт (ТПКР) 1987–1990 год выпуска		Тепловозы новые (ТН) 2019 год выпуска	
2М62У (10 ед.) ТЧЭ-21 Волховстрой		2ТЭ25Км (10 ед.) ТЧЭ-31 Великие Луки	

Изучение и оценка условий труда проведены в соответствии с требованиями (СОУТ) Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н [41]. Изучение факторов рабочей среды организовано в соответствии с требованиями СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [40] и уточнены в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [43] и стандартом СТО РЖД 15.003-2014 «Производственный контроль условий труда в ОАО «РЖД». Общие положения» [44]. Оценка показателей проведена с использованием СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [45].

Установлено, что во время работы на РЛБМД воздействуют следующие вредные производственные факторы: физические (повышенные уровни шума и общей вибрации на рабочем месте; инфразвуковое воздействие; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования; повышенная или пониженная температура, влажность и скорость движения воздушных потоков; статическое электричество; электромагнитное излучение; недостаток или нерациональность естественного и искусственного освещения рабочей зоны; непогашенное ускорение); химические (загрязнители воздуха рабочей зоны, обладающие токсическим, раздражающим, sensibilizing и канцерогенным действием); биологические (загрязнение воздуха рабочей зоны и обсеменение рабочих поверхностей микроорганизмами в период эпидемических процессов). Работа осуществляется в условиях воздействия психофизиологических факторов (тяжесть и напряженность трудового процесса) (рисунок 2.1).

Кроме того, на РЛБМД воздействуют опасные факторы, способствующие увеличению напряженности труда (движение состава; подвижные и вращающиеся части оборудования локомотива; повышенное напряжение в электрической цепи; периодическая работа на высоте).

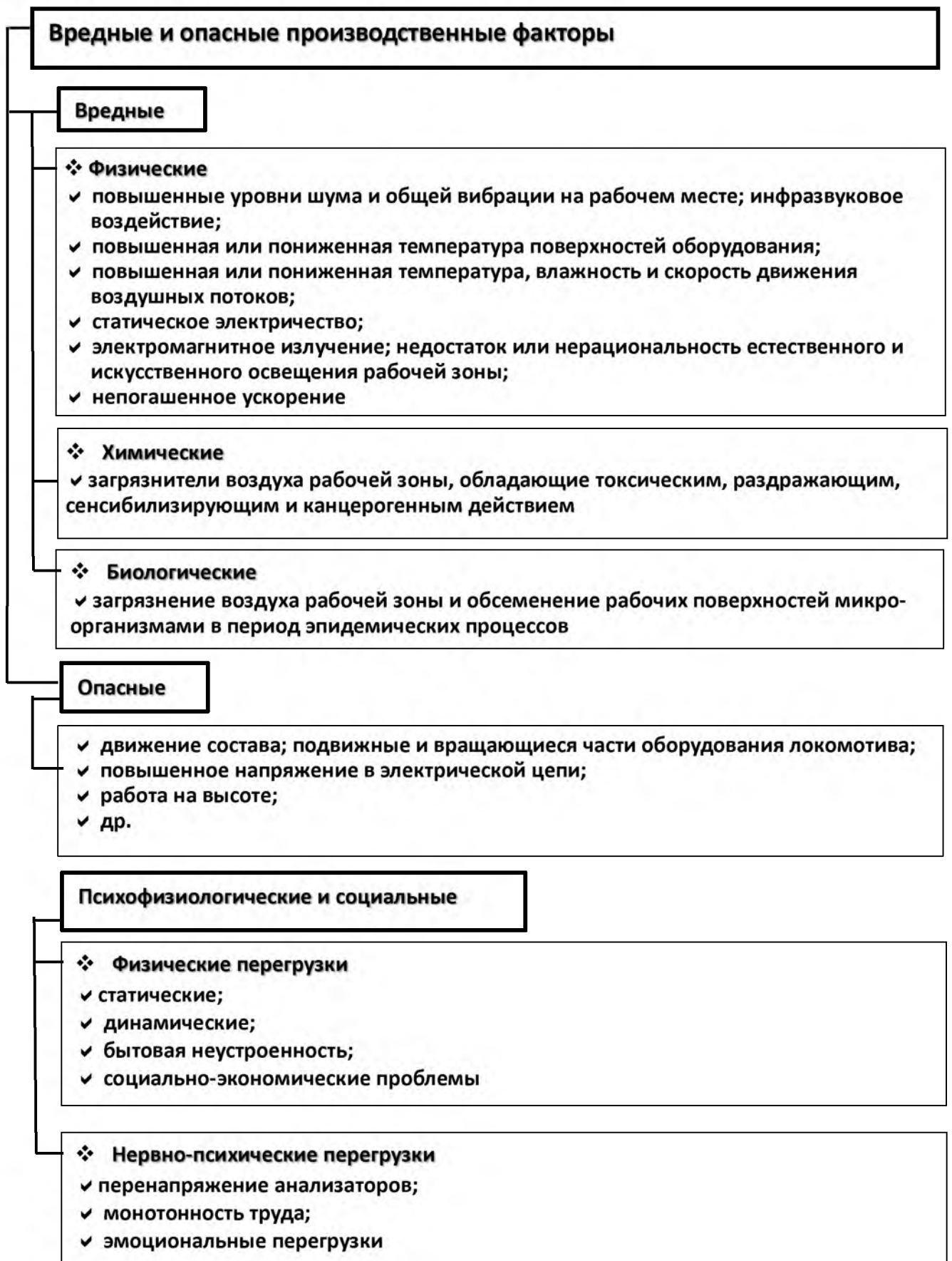


Рисунок 2.1 – Вредные и опасные производственные факторы, воздействующие на работников локомотивных бригад магистрального движения

Выполнение служебных обязанностей локомотивными бригадами должно осуществляться в форменной одежде. В соответствии с требованиями ОАО «РЖД» при проведении технического обслуживания локомотива работники должны надевать спецодежду, спецобувь и средства индивидуальной защиты.

Как указано ранее, рабочий процесс РЛБМД включает подготовительный этап и поездную работу. Установлено, что подготовительный этап включает: прохождение предрейсового медосмотра, инструктаж, получение маршрута и указаний дежурного по депо, документов от дежурного по парку, следование в парк, приемка локомотива, проверка работоспособности и исправности оборудования, проба тормозов, получение справки о тормозах и др. Общее количество затраченного времени на подготовку к работе РЛБМД составляет не менее 1 часа рабочей смены.

## **2.1 Характеристика условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения при выполнении поездной работы**

Обязанности РЛБМД включают: управление тяговым подвижным составом в соответствии с графиком движения и правилами технической эксплуатации (ПТЭ), текущей и оперативной информацией (радиосвязь) диспетчеров и дежурных по станциям. В зоне внимания машинистов находятся «показания приборов, сигналы, состояние поезда, качество ж.д. пути, на электрифицированных путях контактный провод и токоприемник. При вынужденной остановке машинист организует ограждения поезда. Дополнительно в обязанности машиниста локомотива входит участие в мелком текущем осмотре локомотива и устранение в пути следования неисправностей. Машинист руководит работой помощника. Организационная форма работы без помощника накладывает дополнительные обязанности: контроль автосцепки, технического состояния локомотива, устранение мелких неисправностей в машинном отделении, осмотр хвосто-



вых сигнальных огней встречного поезда и ведомого состава в кривых, контроль посадки и высадки пассажиров.

Обязанности помощника машиниста определяются в зависимости от вида движения и типа локомотива. В соответствии с должностной инструкцией: «в процессе движения необходимо контролировать сигналы, состояние пути и контактной сети, режим работы локомотива; при вынужденной остановке устанавливать сигналы ограждения поезда; принимать приказы диспетчеров и дежурных по станциям, дублировать и уточнять правильность их приема; участвовать в экипировке локомотива и его текущем осмотре».

Введение в эксплуатацию нового и модернизация существующего подвижного состава улучшает качество рабочих мест и состояние условий труда РДБМД. Снижается интенсивность воздействия негативных факторов рабочей среды и, как следствие, их роль в формировании производственной нагрузки РЛБМД.

Вместе с тем процессы автоматизации и механизации процессов сопровождаются увеличением нервно-эмоционального напряжения за счет возрастания информационной нагрузки, количества объектов контроля и периода сосредоточенного наблюдения.

Дополнительный вклад в формирование напряженности трудового процесса вносит увеличение скоростей движения за счет снижения времени на принятие решения и информационной перегрузки в условиях дефицита времени при вероятности возникновения «нештатных» ситуаций.

Увеличение скоростей движения и внедрение новой техники и технологий сопровождается также появлением новых, ранее не изученных и не оцениваемых факторов производственной среды – непогашенное ускорение, светодиодное освещение и т.д.

Таким образом, внедрение новой техники и технологий вождения поездов, автоматизация производственных процессов объективно сопровождается изменением содержания профессий машинистов и их помощников, условий труда и производственной нагрузки в целом.

## 2.2 Физические факторы рабочей среды

### 2.2.1 Виброакустические факторы

Преимущественными источниками виброакустических факторов в кабинах локомотивов можно считать: в основном силовые установки и процесс взаимодействия «колесо – рельс», а также вспомогательное оборудование и плотность соединений, которая снижается в процессе длительной эксплуатации локомотивов. Показатели уровней шума при работе двигателей даже на стоянках в ряде случаев превышают допустимые показатели.

Шум в кабинах локомотивов как длительно эксплуатируемых, так современных, имеет широкополосный спектр с наибольшей интенсивностью области низкочастотного диапазона.

Установлено, шум на электровозах менее выражен, чем на тепловозах. Это обусловлено отсутствием дизеля. Значительный шум создается за счет соударений колес о стыки рельсов при движении, при работе генераторов, вентиляторов, тяговых двигателей и т.п. Вместе с тем внедрение мер по шумозащите (улучшение звукоизоляции, независимая подвеска кабины, оборудование тамбура между кабиной и машинным помещением) на новых типах электровозов дает положительный эффект.

Уровень шума в машинных отделениях локомотивов значительно превышает гигиенические нормативы и достигает 110–120 дБА.

В кабинах электровозов основной вклад в общий уровень шума вносит процесс взаимодействия «колесо – рельс», работа силовых и вспомогательных установок не имеет существенного значения. В кабинах большинства магистральных электровозов шум на стоянке составляет от 78 до 96 дБА, при движении со скоростью 75–100 км/час – более 90 дБА, в отдельных случаях достигая 108 дБА. Превышения допустимых уровней шума на разных типах тепловозов по всему частотному спектру составляет до 4–16 дБ, а на ряде «ТПКР» локомотивов до 35 дБ в низкочастотном диапазоне.

На «ЭПКР» зарегистрированные уровни шума превышают ПДУ до 12–15 дБА. На «НЭ» сериях электровозов параметры шума редко превышают предельно допустимые уровни на 1–2 дБА в низкочастотном диапазоне.

При анализе результатов установлено, что показатели шума в кабинах длительно эксплуатируемых тепловозов также изменяются в широком диапазоне, на стоянке колеблются от 75 до 95 дБА. При движении тепловоза в результате увеличения нагрузки на дизель показатель шум возрастает до 90–110 дБА (по всему спектру частот на 15–35 дБА, 10–20 дБА относительно допустимого уровня эквивалентного показателя). В кабинах современных тепловозов эквивалентные показатели уровня шума лишь эпизодически превышают гигиенический норматив на 1–3 дБА, в основном соответствуя нормам.

Вредным виброакустическим производственным фактором при работе на современных локомотивах является вибрация. Спектр колебаний представлен как нерезонансными, так и резонансными для организма частотами (6–8 и 16–30 Гц). В основном вибрация на рабочих местах локомотивных бригад носит низкочастотный характер с высокими уровнями в интервалах 1–8 Гц.

В кабинах локомотивов имеется две группы источников вибрации. Одни связаны с процессом взаимодействия «колесо – рельс». Причины вибраций – рельсовые стыки, волнообразный износ рельсов, стрелочные переводы, неровности подрельсового слоя. В результате ударного характера взаимодействия «колесо – рельс» формируются широкополосные, преимущественно низкочастотные колебания. Вибрация также генерируется работой вспомогательного оборудования. В основном – это дизели, электродвигатели, компрессорные установки, которые генерируют преимущественно полигармонические высокочастотные колебания. Спектральные характеристики и величина при этом зависят от конструкции, режима работы и технического состояния, т.е. имеет существенное значение длительность и условия эксплуатации локомотива. Совмещение различных видов колебаний формирует сложную картину колебательного процесса, имеющего широкополосную характеристику и горизонтально-бокового и вертикального направлений в диапазоне частот от 1,6 до 63 Гц.

Так как вибрация локомотива преимущественно воздействует на РЛБ через кресло, она классифицируется как общая. Интенсивность вибрации различается даже для локомотивов одной марки и серии, в связи с различными условиями эксплуатации. Общим является то, что в области низких частот интенсивность колебаний кресла РЛБ значительно превышает допустимые значения.

На локомотивах, прошедших капитальный ремонт, уровень вибрации превышает ПДУ по вертикальным составляющим от 1,5 до 14 раз преимущественно на уровне средних и нижних частот спектра и превышает ПДУ по горизонтальным составляющим от 1,1 до 10 раз. На локомотивах последних 10 лет постройки параметры вертикальной и горизонтальной вибрации ниже, в среднем превышали ПДУ в 2–2,5 раза.

В конструкции большинства проектов современных локомотивов предусмотрено и используется вибродемпфирование кабины не только от тележки, но и дополнительно от кузова локомотива. В результате на современных локомотивах уровни вибрации доведены до нормативных величин.

Важное гигиеническое значение имеет инфразвук. Причинами возникновения инфразвука являются взаимодействие воздуха с движущимся локомотивом, а также работа механизмов и устройств.

Инструментальными исследованиями инфразвук выявлен на электровозах (от 95 до 102 дБ), на тепловозах (от 96 до 114 дБ), т.к. инфразвук регистрируется на протяжении не всей рабочей смены, его дозная нагрузка не превышает гигиенические нормативы (110 дБ).

Непогашенное ускорение является одним из видов вредных факторов рабочей среды. В настоящее время принята следующая градация скоростей движения пассажирских поездов [6]: до 140–160 км/ч – обычное магистральное движение поездов; до 200 км/ч – скоростное движение поездов; свыше 200 км/ч – высокоскоростное движение.

Ускорения возникают как при изменении скорости (прямолинейное), так и направления движения (радиальное). Применительно к железнодорожному транспорту линейное ускорение возникает при наборе скорости или торможении

поезда, радиальное – при движении поезда по криволинейному участку пути. Для магистрального пассажирского и грузового движения продольные прямолинейные ускорения не характерны, т.к. скорости не превышают 200 км/ч.

Технически допустимыми, без учета физиологической устойчивости и сохранения работоспособности локомотивных бригад, являются значения ускорений в границах 0,3–0,5 g (3–5 м/с<sup>2</sup>), направленные на обеспечение комфортности пассажиров.

Физиологически значимая перегрузка возникает при движении поезда по криволинейному участку пути. Вектор этой перегрузки имеет направление «бок – бок». При определенных конструкциях пути вектор центробежного ускорения смещается с направления «бок – бок» к направлению «голова – ноги». Воздействие перегрузки на организм человека зависит от вязкости, эластичности и чувствительности тканей тела и отдельных органов.

Проведенные исследования позволили установить, что величины непогашенных центробежных ускорений при движении со скоростями до 160 км/ч не превышают значений 0,57 м/с<sup>2</sup>, при движении со скоростью до 200 км/ч достигают 0,7 м/с<sup>2</sup>. Следует отметить, что такое воздействие оказывается на РЛБ на протяжении всего периода поездной работы. Значение этого фактора будет постоянно возрастать в связи с планами увеличения скоростного режима пассажирского и грузового движения.

Обозначенный фактор позволяет идентифицировать вестибулярные нагрузки машинистов магистрального пассажирского движения в результате положительных и отрицательных ускорений и постоянной качки.

Воздействие непогашенного ускорения проявляется в виде укачивания, ощущения духоты, учащения дыхания, болезненности в различных частях опорно-двигательного аппарата, отмечается некоторая склонность к увеличению значений систолического и диастолического артериального давления. Непогашенное ускорение, несомненно, служит причиной развития патологии костно-мышечной системы у работников локомотивных бригад.

### 2.2.2 Неионизирующие электромагнитные поля и излучения

Результаты исследования позволили выявить наличие сверхнормативного ЭМИ в машинных отделениях электровозов переменного тока. В основном электромагнитные поля зарегистрированы в местах расположения тяговых генераторов. Выявлена максимальная напряженность магнитного поля до 6000 А/м. На высоте от пола 2 м показатель в 20 раз ниже – до 300 А/м. В связи с тем, что время пребывания РЛБМД в под воздействием ЭМИ ограничено, следовательно его гигиеническое значение незначительно.

### 2.2.3 Микроклиматические условия

Во время движения локомотивов в кабинах могут создаваться неудовлетворительные параметры микроклимата. Перепад температур по вертикали в зимний период (ось «голова – ноги») достигает от 4 до 19°C (гигиенический норматив 3°C). Превышение допустимых параметров в летний период года достигает 12–15°C, что вызывает дискомфорт у работников локомотивных бригад, ускоряет процесс развития утомления и может провоцировать простудные заболевания.

Параметры микроклимата в рабочей зоне зависят от большого количества факторов (температуры воздуха открытой территории, показатели теплоизоляции ограждающих поверхностей, исправности отопительной вентсистемы (качества ее обслуживания), состояния боковых окон. По данным Трофимова А.А. «при постоянно включённом калорифере и закрытых окнах происходит довольно быстрый перегрев кабины до 36–40°C (при норме 20–24°C)». В условиях периодических открываний окон, связанных с необходимостью уточнения информации во время движения, наблюдается снижение температуры воздуха в рабочей зоне до +14 – +16°C. Размах амплитуды колебаний температуры воздуха в рабочей зоне может составить 16–20°C, по вертикали от высоты 150 мм до 1600 мм может достигнуть от 10 до 18°C (при норме 3–5°C). Перепады температуры такого диапазона

По данным Жидковой Е.А. и Каськова Ю.Н [19, 67-69]: «крайне неблагоприятно сказываются на системе терморегуляции организма работающих, особенно в условиях большой подвижности воздуха, которая при закрытых окнах нередко превышает 0,7 м/с, а при открытых – достигает у головы машиниста 3,5 м/с. Относительная влажность в кабинах, как правило, соответствует норме и колеблется в пределах 30–70%, за исключением старых кабин электровозов, в которых за счёт установки мощных электропечей отмечается понижение влажности до 15%. Температура внутри кабины при открытых окнах соответствует наружной, а при закрытых – превышает наружные на 5–8°С за счёт солнечной радиации, проникающей в кабину через окна, и горячего воздуха, поступающего из машинного отделения».

### 2.3 Биологические факторы

РЛБМД представляют собой коллективы, риск распространения в которых массовых инфекционных заболеваний следует считать значительным в силу следующих обстоятельств: компактность – массовое сосредоточение работников на ограниченном пространстве как в депо приписки, так и в пунктах оборота; однородность в популяционном отношении – незначительные возрастные и медико-биологические различия; профессионально обусловленные разнообразные по природе и продолжительности внутренние и внешние контакты; возможностью нахождения работников локомотивных бригад магистрального пассажирского движения в местах массового сосредоточения людей; снижение иммунобиологической устойчивости организма в результате воздействия неблагоприятных условий труда – ночной труд, смена климатических зон и часовых поясов, высокое нервно-эмоциональное напряжение.

Вместе с тем оценка биологического фактора как фактора производственной среды, влияющего на показатели здоровья РЛБМД, не осуществляется. Воздействие этого фактора подлежит дополнительному изучению.

## **2.4 Загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами**

Воздух рабочей зоны РЛБМД тепловозов загрязнен химическими веществами – продуктами сгорания топлива. Ввиду близости источника выбросов загрязнители проникают в кабину тепловоза через открытые окна и неплотности конструкций кабины. Концентрации загрязнителей воздуха рабочей зоны РЛБ определяются типом, режимом работы, условиями эксплуатации тепловоза и изменяются в широких пределах.

Воздушная среда кабины магистральных тепловозов загрязняется такими газами как: оксид углерода II, оксидами азота, диоксидом серы, летучими органическими соединениями (формальдегид, бутан, пентан, гептан, бензол и др.).

На стоянках, остановках и при работе в режиме холостого хода выявлено более значительное загрязнение воздуха кабин локомотивов, по сравнению с режимом движения.

Качество деповского и заводского капитального ремонта тягового подвижного состава определяет уровень воздействия факторов рабочей среды. Наиболее существенными недостатками, выявленными в ходе выборочного контроля условий в кабинах локомотивов, поступивших в депо после ремонта, остаются шум, вибрация, состояние вентиляции, показатели микроклимата.

## **2.5 Факторы трудового процесса**

### **2.5.1 Тяжесть трудового процесса**

В процессе работы РЛБМД значительное время пребывают в состоянии относительной гиподинамии, так как управление современного локомотива не требует значительных мышечных затрат.

По данным хронометражных исследований, за один час работы машинист, в среднем, совершает около 200 рабочих операций, причем более 65% составляют сложные двигательные операции. На современных типах локомотивов общее число выполняемых операций уменьшается с одновременным увеличением относительной



численности сложных операций. Вместе с тем выполнение трудовых операций требует от работника локомотивной бригады пребывания в определенной позе. При оценке тяжести трудового процесса РЛБМД оценивали физическую динамическую нагрузку, вид и количество стереотипных движений, длительность пребывания в фиксированной рабочей позе, количество наклонов корпуса и расстояние перемещения в пространстве (горизонтальное и вертикальное).

### **2.5.2 Напряженность трудового процесса**

Анализ позволил установить, что в целом, для поездной работы характерна высокая концентрация внимания. В магистральном пассажирском движении наблюдается минимальная разница между загруженностью зрительного и слухового анализатора: распределение получаемой информации составляет 40% к 50%, около 10% – на вестибулярный анализатор.

Нагрузка на зрительный анализатор обусловлена необходимостью различения сигналов светофора в условиях затрудненной видимости на границе порогового значения восприятия.

Нагрузка на слуховой анализатор обусловлена служебными переговорами, необходимостью восприятия различных звуковых сигналов и отслеживанием работы механизмов – дизеля, компрессора, вентиляторов и т.д., отслеживанием посторонних шумов в механической части локомотива.

Для магистрального движения требуется сосредоточенное наблюдение за объектами, находящимися вне кабины локомотива (светофоры, семафоры, переезды, станционные сигналы).

Важным видом информации, необходимой РЛБМД, являются сигналы о работе агрегатов локомотива, получаемые путем зрительного наблюдения, что требует высокой степени напряжения зрительного анализатора.

Труд машиниста имеет эмоциональную окраску, вследствие чего его работа отнесена к работам с нервно-эмоциональным напряжением.

Источником эмоциональной нагрузки являются ответственность за обеспечение безопасности движения. В ряде случаев источником эмоций, которые фор-

мируют дополнительное нервно-эмоциональное напряжение, являются несрабатанность, нечеткие указания или нечеткое исполнение указаний.

В магистральном движении (пассажирском и грузовом) значительную роль играет монотония. Особенностью грузового движения являются вынужденные простои в ожидании проезда, а также ограничения скорости и нарушения графика движения.

Общая сумма раздражителей магистрального локомотива во время одной поездки в среднем составляет около 7 тыс., из которых 800–900 являются профессионально важными (светофоры, сигналы, указатели). Напряженность возрастает вследствие повышенных требований к точности и скорости восприятия и скорости безошибочной реакции. В магистральном движении ввиду характера деятельности в настоящее время напряженность трудового процесса является неустранимым фактором.

Выявлены особенности условий труда РЛБ магистрального грузового движения. Количество управляющих действий и удельный вес сложных операций в грузовом движении существенно различается: наибольшее их число отмечено при ведении длинносоставных и «тяжёлых» поездов, а также при частых сменах сигналов светофора. Количество управляющих действий в грузовом движении значительно больше, чем в пассажирском, но меньше, чем в маневровом.

Информационная нагрузка работников локомотивных бригад грузового движения также различна: на напряжённых участках объем поступающей информации почти на 40% больше, чем на мало напряжённых участках, что обусловлено увеличением числа светофоров, платформ и станций.

## **2.6 Режимы труда и отдыха работников локомотивных бригад магистрального движения**

На фоне возросшей интенсивности движения поездов, удлинения плеч работы локомотивов одним из ведущих факторов, влияющих на состояние здоровья

РЛБМД, в том числе и сердечно-сосудистые заболевания, является режим труда и отдыха.

Режим труда и отдыха РЛБМД складывается из следующих строго последовательных этапов: отдых дома; ведение состава из основного депо до пункта назначения (оборота); отдых в пункте оборота; ведение состава из пункта оборота до основного депо; отдых дома. Неблагоприятными особенностями режима являются: начало и окончание работы в разное время суток; неритмичное чередование смен; условия межпоездного отдыха в пунктах оборота отличаются от «домашних» и, в ряде случаев, сопряжены с продолжительным ожиданием; работа по именованным графикам, явки по системе вызова безвызывной; ночная работа; продолжительность смены часто может составлять до 12 часов; чередование дневных и ночных смен (в периоды отдыха сопровождается нарушениями сна, трудностями в засыпании); частые переработки.

Несмотря на то, что отдых в пунктах оборота организован удовлетворительно, вероятное избыточное по времени ожидание вызывает дополнительное нервно-эмоциональное напряжение. В силу специфики работы, у РЛБМД отсутствует регламентированный обеденный перерыв.

Особенностью труда является практика сверхурочных часов, обусловленных вызовами локомотивных бригад на работу вне их смены и в выходные дни. По ряду производственных причин режим работы часто нарушается. Кроме того, длительность поездок может меняться на одном и том же участке, что обусловлено конкретной поездной обстановкой.

## **2.7 Влияния комплекса факторов рабочей среды и трудового процесса на работников локомотивных бригад магистрального движения**

Изменения функционального состояния РЛБМД в процессе трудовой деятельности способствуют изменению работоспособности. Сочетание напряженности трудового процесса и неблагоприятных факторов рабочей среды формирует различные нозологические формы производственно-обусловленных болезней.

Известно, что для оценки профессиональной пригодности комплексная оценка условий труда проводится по пяти групповым эргономическим показателям, важное место в системе которых занимает психологический показатель. Пусковым механизмом расстройств здоровья РЛБМД является стресс, который приводит к развитию утомления и, как следствие, к неадекватной оценке ситуации и формирует основу «человеческого фактора», который считается одной из причин травматизма, несчастных случаев, потенцирует развитие профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, создает угрозу безопасности движения.

По данным ВОЗ, ежегодно в мире около 150 миллионов человек лишаются трудоспособности из-за депрессивных состояний [46]. Со стрессом, так или иначе, связаны от 75 до 90% всех заболеваний, в том числе заболевания ССС и желудочно-кишечного тракта [47].

Выделяют эмоциональный, коммуникационный, информационный и профессиональный стрессы. Все перечисленные виды стресса взаимосвязаны и в определенных условиях могут проходить один в другой или проявляться в различных сочетаниях. Установлено, что для РЛБМД в рамках напряженности трудового процесса характерно развитие информационного стресса (работа может осуществляться в условиях дефицита времени на обдумывание и принятие решений, связанных с большой ответственностью). Дополнительно, для рабочего процесса РЛБМД характерны: частые устные инструкции, необходимость выполнять трудносовместимые функции, необходимость регулярных командировок, несоответствие условий труда гигиеническим нормативам. По мнению Ю.Н. Каськова это способствует формированию профессионального стресса, что приводит к хроническому изменению психологического состояния. Гиподинамия усиливает негативное действие стресса и может стать его причиной [69].

Обследование РЛБМД проведено по специальному блоку тестов (оценка внимания, эмоционально-волевой сферы при воздействии стрессогенных факторов, устойчивости к монотонии).

Оценка результатов тестирования проведена в соответствии с Указаниями N 310у «О совершенствовании психофизиологической службы на федеральном железнодорожном транспорте» 1999 г. [48].

Профессиональная пригодность РЛБМД оценена по следующим категориям: группа профотбора 1 «годен», группа 2 «ограниченно годен», группа 3 «не годен». Лица, получившие 2-ю группу профотбора, являются годными только для работы «в два лица» с обязательным соблюдением принципа профессиональной психологической совместимости при комплектовании локомотивной бригады.

Обследовано 1009 человек (830 машинистов и 179 помощников машинистов). Результаты представлены на рисунке 2.2.

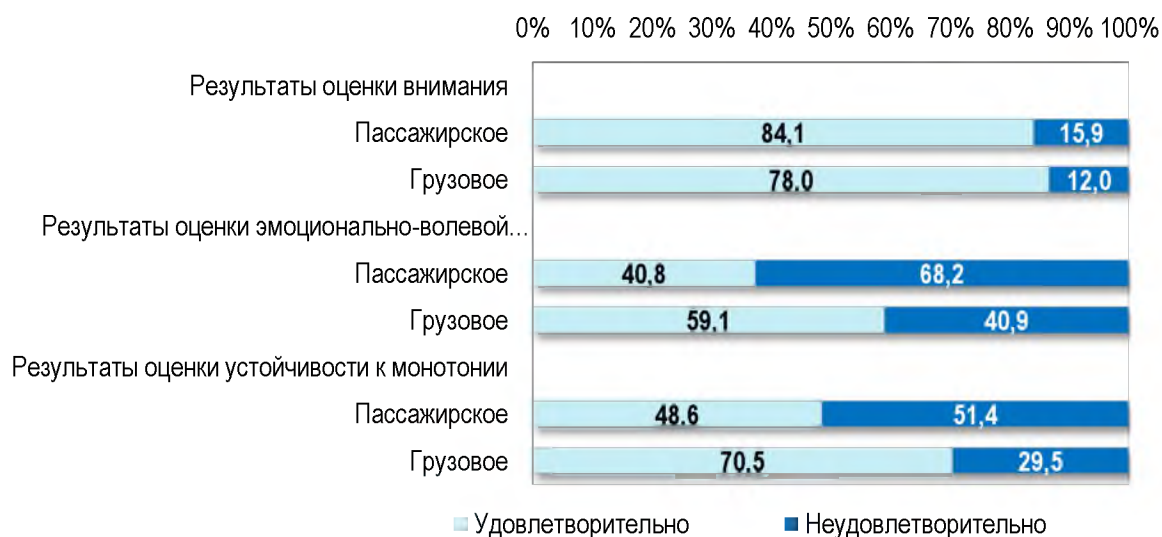


Рисунок 2.2 – Результаты оценки внимания, эмоционально-волевой сферы и устойчивости к монотонии (%)

По результатам исследования каждый второй работник локомотивной бригады признан ограниченно годным (вторая группа профессиональной пригодности). Следовательно, при комплектовании локомотивных бригад необходимо соблюдать условия, при которых один из работников обязательно должен быть оценен как работник 1-й группы профессиональной пригодности. При работе «в одно лицо» машинист локомотива обязательно должен иметь первую группу профессиональной пригодности.

Установлено, что с увеличением стажа работы в условиях высокой напряженности трудового процесса у РЛБМД старшего возраста выше уровень трево-

ги, ниже самооценка, они стремятся это скрыть, испытывают психологические трудности, которые они переживают внутри себя. Выявленные психологические особенности РЛБМД необходимо учитывать для выработки мероприятий повышения стрессоустойчивости к негативно воздействующим факторам, что, в свою очередь, оптимизирует психофизиологические реакции и в целом снижает риск возникновения негативных последствий для здоровья и обеспечивает высокий уровень работоспособности и безопасность железнодорожного движения.

Для оценки возможности безопасного выполнения обязанностей работниками локомотивных бригад, относящимися к группе специалистов с повышенными требованиями безопасности и оценки состояния утомления в процессе управления локомотивом, широко используется метод хронорефлексометрии [49].

Для характеристики подвижности нервных процессов и выраженности утомления исследованы дифференцировочные реакции на раздражители, подаваемые в различных комбинациях (зрительно-моторная и аудио-моторная реакции) с необходимостью выбора значимого сигнала. Время латентной реакции определяли у 30 РЛБМД 10 раз в процессе беспорядочной подачи сигналов. В результате рассчитано среднее время реакции и количество ошибочных ответов до и после рабочей смены. Время реакции использовано в качестве критерия оценки соотношения возбуждения и торможения (основных процессов в центральной нервной системе (ЦНС)) при реализации трудовых функций.

Определяемые параметры: латентный период простой зрительно-моторной реакции (ЛППЗР); латентный период простой аудио-моторной реакции (ЛППАР); количество ошибочных реакций на световой и звуковой раздражитель; расчетный показатель – среднее арифметическое значение ЛППЗР и ЛППАР для комплексной оценки функционального состояния ЦНС. Результаты представлены на рисунке 2.3.

Установлено, что в процессе выполнения трудовых функций у РЛБМД увеличивается латентный период зрительно-моторной реакции на 35%, аудио-моторной реакции – на 27%, при этом среднее количество ошибочных у первых увеличивается с 0,75 до 2,0, у вторых с 0,75 до 1,25.

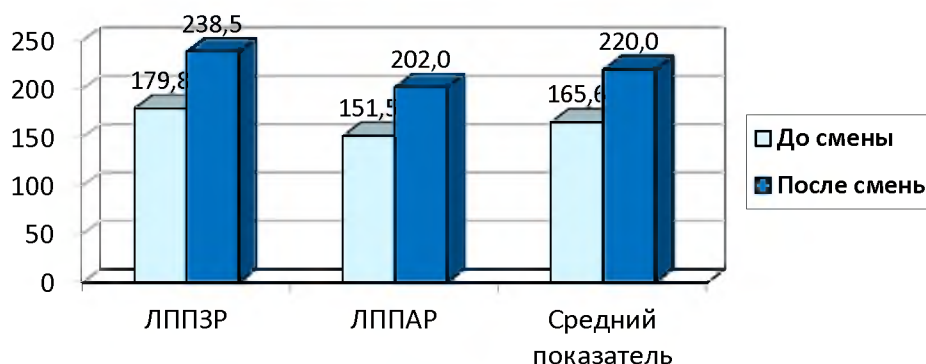


Рисунок 2.3 – Показатели латентных периодов простой зрительно-моторной и аудио-моторной реакций у работников локомотивных бригад (миллисекунды)

Полученные результаты указывают на то, что в течение смены у РЛБМД развиваются явления утомления ЦНС, которые выражаются замедлением зрительно-моторной и аудио-моторной реакций на световые и звуковые раздражители и увеличением числа ошибочных двигательных реакций.

Изменения функционального состояния организма машинистов и помощников машиниста локомотивов увеличивают риск возникновения профессиональных заболеваний РЛБМД и не исключают возможность ошибочных действий в нестандартных ситуациях. Для обеспечения возможности безопасного выполнения обязанностей РЛБМД необходимо предусматривать дублирование звуковых и световых сигналов, поскольку ЦНС человека способна перерабатывать информацию, одновременно поступающую от различных анализаторов. При этом даже в случае, при котором латентное время ответной реакции каждого из анализаторов увеличивается по сравнению с приемом отдельных сигналов, общая реакционная способность всей системы изменяется менее существенно.

Таким образом, результаты количественной оценки факторов производственной среды и трудового процесса работников локомотивных бригад позволяют получить более объективную характеристику производственной нагрузки и установить зависимость интенсивности неблагоприятного воздействия факторов рабочей среды и показателей заболеваемости работников локомотивных бригад. Оценка условий труда позволяет обосновать формирование у РЛБ магистрального железнодорожного движения следующие патологии: патология ЦНС (нейросенсорная тугоухость) в

результате сверхнормативного шума; патология сердечно-сосудистой системы в результате напряженности трудового процесса, гиподинамии, сидячей рабочей позы, воздействия виброакустических факторов, химического загрязнения воздуха рабочей зоны и неблагоприятных микроклиматических условий; патология костно-мышечной системы в результате общей вибрации и непогашенного ускорения; патология дыхательной системы в результате токсического действия загрязнителей воздуха рабочей зоны и неблагоприятных микроклиматических условий. Кроме того, возможно формирование онкологической патологии в результате воздействия загрязнителей воздуха рабочей зоны, обладающих канцерогенным эффектом, в условиях высокой напряженности трудового процесса.

В качестве оценочных показателей условий труда рекомендуется использовать показатели профессиональной и профессионально обусловленной заболеваемости.

Появление в декабре 2019 г. заболеваний, вызванных новым видом вируса – коронавирусом (2019-nCoV), поставило задачи, связанные с разработкой профилактических мероприятий, направленных на снижение распространения данного вида инфекции и предупреждения возникновения новых случаев заболевания.

В настоящее время сведения об эпидемиологии и профилактике этого заболевания ограничены. Несмотря на то, что проявления болезни носят тяжелый характер, меры профилактики, несомненно, должны учитывать его вирусную этиологию и основываться на известных противоэпидемических мероприятиях, которые используются для предотвращения развития заболеваний гриппом и острыми респираторными вирусными инфекциями, а также широкого спектра заболеваний, передающихся воздушно-капельным и воздушно-пылевым путём.

В связи с тем, что иммунитет при таких заболеваниях нестойкий и возможно повторное заражение, меры профилактики должны быть постоянными.

Источником воздушно-капельных инфекции может являться и больной человек, и человек в инкубационном периоде заболевания [50]. Основные пути передачи инфекции – это воздушно-капельный (кашель, чихание, разговор), воздушно-пылевой и контактный. Факторами передачи могут выступать воздух и предметы, контаминированные инфицированным человеком [51].



Одним из основных мест рабочей зоны РЛБМД является кабина локомотива, поэтому для профилактики распространения вирусной инфекции возникает необходимость обеспечения в кабине строгого противоэпидемического режима.

В связи с опасностью распространения заболеваний вирусной этиологии на территории Российской Федерации, в соответствии с пунктом 6 части 1 статьи 51 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ [52], во исполнение постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 13.03.2020 N 6 «О дополнительных мерах по снижению рисков распространения COVID-19» (зарегистрировано в Минюсте России 16 марта 2020 г.) целесообразно разработать мероприятия для обеспечения эпидемиологической безопасности условий труда РЛБ, как персонала, лично отвечающего за безопасность движения поездов.

Таким образом, у РЛБМД идентифицированы следующие неблагоприятные производственные факторы: виброакустические (шум, вибрация), непогашенное ускорение (при движении в кривых), неблагоприятные микроклиматические условия, в ряде случаев химические факторы загрязнения воздуха рабочей зоны в результате заброса в кабину продуктов сжигания топлива, гиподинамия, напряженность трудового процесса, нерациональный режим труда и отдыха. Сочетанное воздействие факторов производственной среды снижает неспецифическую резистентность организма работающего и уменьшает напряженность его специфического иммунитета. Это значительно ослабляет организм и существенно повышает восприимчивость работников локомотивных бригад к вирусным инфекциям, т.е. биологическим факторам, которые обусловлены возможностью нахождения работников локомотивных бригад магистрального пассажирского движения и в местах массового сосредоточения разнородных контингентов людей, и возможного длительного пребывания в ограниченном объеме воздушной среды (кабине) с носителем респираторной инфекции.

Большинство факторов производственной среды и трудового процесса по своей природе политропны, действуют одновременно и однонаправленно, оказывая комплексное, комбинированное и сочетанное воздействие, вызывая зачастую суммирующиеся или потенцированные эффекты.

Так, негативное воздействие вибрации усиливается в условиях низких температур, статичного напряжения и высокой физической нагрузки [53].

В ночное время организм человека становится более уязвимым к действию неблагоприятных факторов производственной среды и возбудителей инфекционных заболеваний [54].

Следовательно, наличие неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса в пределах, установленных гигиеническими нормативами, не гарантирует безопасных условий труда в силу особенностей их совместного воздействия.

Условия труда РЛБМД относятся к вредным, в силу комбинации факторов физической и химической природы, тяжести и напряженности труда. Вместе с тем, вследствие того, что в ходе длительной эксплуатации локомотивов в результате общей вибрации снижается герметизация кабин, ухудшаются уплотнения пола, окон и дверей, происходит ухудшение теплотехнических свойств ограждений (на 10%), что сказывается на микроклиматических условиях в кабине. Одновременно шум в кабинах большинства серийных локомотивов по всему спектру частот превышает ПДУ на 3–12 дБ.

Воздействие неблагоприятных условий труда первоначально вызывает возникновение функциональных изменений в организме работника, которые носят обратимый характер, проявлением которых являются утомление, снижение работоспособности и профессиональной надежности, ухудшение показателей состояния отдельных функциональных и анализаторных систем.

Длительное влияние неблагоприятных условий труда, регулярные нарушения функционального состояния и воздействие стрессирующих факторов приводят к нарушению работы сердечно-сосудистой, эндокринной и анализаторных систем, обменным нарушениям, в результате чего увеличивается риск развития атеросклероза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, возникают стойкие необратимые изменения анатомических структур, формируется профессиональная и профессионально обусловленная патология [55].

Отличительной особенностью профессионально обусловленной утраты трудоспособности локомотивных бригад является вынужденное досрочное прекращение работы по профессии высококвалифицированных и социально активных работников. Как указывалось ранее, по данным Центральной дирекции здравоохранения – филиала ОАО «РЖД» средний возраст РЛБМД на сети дорог составляет  $36 \pm 9,8$ , а стаж  $10,3 \pm 9,4$  лет. Это наносит значительный экономический ущерб и снижает уровень транспортной безопасности.

Анализ результатов гигиенической оценки условий труда позволил установить, что отличительной особенностью рабочей среды РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, является загрязнение воздушной среды химическими соединениями – продуктами горения дизельного топлива, в состав которых входят соединения металлов и полициклические ароматические углеводороды. Расчеты показателей загрязнения воздуха рабочей зоны приведены в главе 3 при определении величины риска здоровью РЛБМД. Результаты оценки условий труда РЛБМД, эксплуатирующих современные и локомотивы на электрической и дизельной тяге и ЭПКР и ТПКР, представлены в таблице 2.2.

Установлено, что трудовой процесс РЛБМД требует постоянного внимания, в условиях, когда информация поступает при повышенной интенсивности шума и вибрации, вероятных помехах при контроле зрительных и аудиосигналов, необходимости личной ответственности за безопасность движения, сопровождающихся постоянной готовностью к внезапным и нестандартным ситуациям. Общая оценка условий труда по показателю «напряженность трудового процесса» определена как 3.2 (вредные 2 степени).

Зачастую тяжесть трудового процесса РЛБМД оценивают как «допустимую», при этом комплексная гигиеническая оценка по совокупности факторов, основным из которых является фиксированная поза, в условиях даже допустимых показателей статической нагрузки, стереотипных движений характеризует работу, как работу средней тяжести 3.1 (вредная 1 степени).

Таблица 2.2 – Характеристика факторов рабочей среды РЛБМБ

Факторы и показатели производственной среды	ПДК, ПДУ	Фактические величины				Класс (степень) условий труда			
		Тепловозы		Электровозы		Тепловозы		Электровозы	
		ТПКР	ТН	ЭПКР	ЭН	ТПКР	ТН	ЭПКР	ЭН
Время воздействия 40 часов в неделю(250 дней/год)									
<b>Химический фактор, мг/м<sup>3</sup> (результаты расчетов)</b>									
СО	5	0,779	0,651	-	-	2	2	-	-
NO <sub>2</sub>	0,2	2,199	1,037	-	-	3.2	3.1	-	-
N <sub>2</sub> O	0,4	2,973	1,64	-	-	3.2	3.1	-	-
ЛОС	50	2,747	1,51	-	-	2	2	-	-
NH <sub>3</sub>	0,2	4 10 <sup>-5</sup>	4 10 <sup>-5</sup>	-	-	2	2	-	-
ОКВЧ	0,5	0,089	0,054	-	-	2	2	-	-
ТЧ10	0,3	0,085	0,051	-	-	2	2	-	-
ТЧ25	0,16	0,080	0,048	-	-	2	2	-	-
Соединения тяжелых металлов (сумма)	0,01	1,087	0,923	-	-	3.2	3.1	-	-
Zn	0,5	0,591	0,516	-	-	3.1	3.1	-	-
ПАУ	0,001	0,01	0,007	-	-	3.2	3.2	-	-
Итоговая оценка химического фактора:						3.2	3.2	Не характерно	
Шум, дБА, дБ	80	89	85	86	81	3.2	3.1	3.2	3.1
Инфразвук, дБ	110	100	102	101	101	2	2	2	2
Вибрация общая, дБ, Z <sub>0</sub>	115	122	119	121	117	3.2	3.1	3.2	3.1
Вибрация общая, дБ, X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	112	118	115	115	113	3.2	3.1	3.1	3.1
<b>Микроклимат</b>									
Температура воздуха, °С									
В летний период	20-22	28-35	25-30	28-32	25-31	3.1	3.1	3.1	3.1
В зимний период	16-18	8-12	13-15	12-16	12-16	3.1	3.1	3.1	3.1
Скорость движения воздуха, м/с	0,3	0,8	0,5	0,5	0,5	3.1	3.1	3.1	3.1
Итоговая оценка фактора						3.1	3.1	3.1	3.1
Освещенность	Неравномерность освещения в ночное время					3.1	3.1	3.1	3.1
Тяжесть трудового процесса						3.1	3.1	3.1	3.1
Напряженность трудового процесса						3.2	3.2	3.2	3.2

Таблица 2.3 – Итоговая оценка условий труда РЛБМД эксплуатирующих ЭПКР, ТПКР, ЭН и ТН

ОВПФ	Класс условий труда			
	ЭПКР	ЭН	ТПКР	ТН
Шум	3.2	3.1	3.2	3.1
Вибрация	3.2	3.1	3.2	3.1
Микроклимат	3.1	3.1	3.1	3.1
Химический фактор	2	2	3.2	3.2
Тяжесть	3.1	3.1	3.1	3.1
Напряженность	3.2	3.2	3.2	3.2

Итоговая оценка условий труда РЛБМД, эксплуатирующих «старые» и «новые» серии локомотивов, представлена в таблице 2.3.

Постоянная смена состава работников локомотивных бригад, а также особенности организации движения воздуха в кабинах локомотивов – постоянная рециркуляция воздушных потоков для обогрева или охлаждения приводит к накоплению микроорганизмов в воздухе рабочей зоны. Указанный эффект выводит биологический фактор в число значимых при оценке качества условий труда РЛБ и указывает на необходимость разработки профилактических мероприятий для снижения интенсивности его влияния.

Анализ результатов гигиенической оценки условий труда РЛБМД позволил установить, что у РЛБМД выявлены и измерены неблагоприятные факторы (шум, вибрация, неблагоприятные метеорологические условия, тяжесть и напряженность трудового процесса). У РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, дополнительно идентифицировано загрязнение воздуха рабочей зоны. Условия труда на современных локомотивах независимо от вида тяги характеризуются более низкими показателями шума и вибрации. Следует отметить, что тяжесть и напряженность трудового процесса можно отнести к группе неустраняемых факторов, интенсивность которых можно снизить только организационными мерами.

## Выводы по главе 2

1. Результаты количественной оценки интенсивности воздействия рабочей среды и трудового процесса позволяют считать факторами, вызывающими утрату здоровья и профессиональной трудоспособности у РЛБМД шум, вибрацию, неблагоприятные метеорологические условия, тяжесть и напряженность трудового процесса. Кроме того, у РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, дополнительно идентифицировано загрязнение воздуха рабочей зоны продуктами сгорания дизельного топлива.

2. Интенсивность и спектральные характеристики виброакустических факторов зависят от конструкции, режима работы и технического состояния локомотива. Качество условий труда определяется длительностью и условиями эксплуатации локомотива.

3. Увеличение скоростей движения и внедрение новой техники и технологий сопровождается также появлением нового, ранее не изученного и не оцениваемого фактора рабочей среды, такого как непогашенное ускорение, которое по характеру своего действия в сочетании с вибрацией может являться причиной патологии костно-мышечной системы.

4. Использование массового метода при анализе загрязнения воздуха рабочей зоны с использованием сведений о составе отработавших газов при сжигании дизельного топлива позволило расчетным методом определить уровень его загрязнения соединениями металлов и ПАУ, обладающими канцерогенным действием.

5. Факторами риска развития профессиональной патологии является сверхнормативное виброакустическое воздействие. Такие особенности рабочего процесса как нарушения циркадного ритма работы, напряжение зрительного и слухового анализаторов, в ряде случаев работа в условиях дефицита времени, личная ответственность и готовность к частым внештатным ситуациям, элементы монотонии, возможность соматизации тревоги, гиподинамия вследствие работы в ограниченном пространстве кабины с фиксированной позой, а также шум и

вибрация, не соответствующие гигиеническим нормативам, и работа в нестабильных микроклиматических условиях, а также возникновение респираторных вирусных и бактериальных инфекционных заболеваний являются факторами риска производственно-обусловленных заболеваний.

6. Комплекс воздействующих факторов рабочей среды и трудового процесса и характер разъездной работы снижают неспецифическую резистентность организма и способствуют увеличению чувствительности к воздействию инфекций. Несмотря на трудность количественной оценки биологического фактора, для периодов эпидемического подъема уровня инфекционной заболеваемости при оценке условий труда РЛБМД необходимо оценивать величину его воздействия как вредное первой степени (3.1) и разработать для снижения его интенсивности специальные меры профилактики.

7. Идентифицированные факторы рабочей среды и трудового процесса, не соответствующие гигиеническим нормативам, необходимо учитывать при расчете показателей риска утраты здоровья РЛБМД.

### **Глава 3 АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКА УТРАТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКАМИ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ, ФОРМИРУЕМОГО УСЛОВИЯМИ И ОРГАНИЗАЦИЕЙ ИХ ТРУДА**

В России ежегодно регистрируется примерно 7–8 тысяч профессиональных заболеваний [56]. Кроме того, за последние годы отмечается рост заболеваемости лиц трудоспособного возраста такими болезнями как патология сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, опорно-двигательного аппарата [57-62]. Для реализации требований Трудового кодекса [63] предусмотрены идентификация, расчет и управление профессиональными рисками [63]. По данным [64-66], до недавнего времени около 70% лиц за 10 лет до достижения пенсионного возраста для женщин 55 лет и мужчин 60 лет имеют серьезную патологию [64-66].

Уровень профессиональной заболеваемости работников транспортной системы занимает третье место после отраслей обрабатывающих производств и предприятий по добыче полезных ископаемых [19, 23, 67]. Среди РЛБ профессиональные заболевания составляют около 40% от всех зарегистрированных случаев в отрасли [68 -70]. Две трети регистрируемой в железнодорожной отрасли профессиональной патологии составляет нейросенсорная тугоухость (НСТ) [70]. 90% от числа случаев НСТ зарегистрировано у РЛБ [69, 70]. Вибрационная болезнь составляет 9%, по 7% приходится на заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата [70]. Известно, что до проявления НСТ возникают симптомы «шумовой болезни», выраженные патологическим состоянием сердечно-сосудистой системы (ССС) [71]. Выявление патологии НСТ и ССС в процессе ежегодных периодических медицинских осмотров является причиной признания РЛБ непригодными к работе. По данным [19], в возрастной группе 40–49 лет выявление случаев патологии ССС составляют 0,9 %, в группе 50 лет и старше – в два раза больше (1,8 %) от общего числа РЛБ [19].



Мишенями при неблагоприятном воздействии факторов условий труда являются нервная, эндокринная, иммунная системы организма, что способствует формированию ЗВУТ. В условиях длительной экспозиции формируются производственно-обусловленные заболевания (опорно-двигательного аппарата, эндокринной системы, желудочно-кишечного тракта, гипертония, ишемическая болезнь сердца). Здоровье РЛБМД в нестандартных ситуациях определяет надежность и безопасность перевозочного процесса.

Известно [72 -83], профессиональная и производственно-обусловленная заболеваемость находится в причинно-следственной связи с интенсивностью воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса.

### **3.1 Анализ профессионального риска работников локомотивных бригад на основе специальной оценки условий труда**

Для характеристики и оценка условий труда РЛБМД использована действующая нормативная документация: Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [84]; Приложение № 1 к приказу Минтруда России от 24 января 2014 г. №33н Методика проведения специальной оценки условий труда [41]; СанПиН 1.2.3685-21 [45]; Расчет показателей риска утраты здоровью в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010-2009 «ССБТ. СУОТ. Определение опасностей и оценка риска» [85]; «Оценка и прогноз профессиональной надежности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств» МР 2.2.0085-14 [86], Руководство от 24.06.2003 № 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [87].

Большое количество профессиональных рисков в современном обществе обусловлено применением инновационной техники и технологий, различных видов энергоносителей, химических соединений и излучений.

Одна из аксиом безопасности жизнедеятельности утверждает, что полностью исключить риск из жизни человека невозможно, в том числе невозможно создать абсолютно безопасные рабочие места и технологии. В настоящее время по мнению [88, 89]; «концепция анализа и оценки профессионального риска в большинстве стран мира и международных организациях рассматривается в качестве главного механизма разработки и принятия управленческих решений» при обеспечении безопасности человека в процессе труда [88, 89].

Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных ТК РФ или другими федеральными законами [63, 86, 87].

Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учётом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Особую группу составляют риски, создающие угрозу жизни и здоровью работника в процессе его повседневной трудовой деятельности, т.е. профессиональные риски. По оценке специалистов Международной организации труда (МОТ) [88, 89] и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [90] сегодня существует более 150 профессиональных рисков, и около 100 из них являются источниками постоянной опасности для работников 2000 различных профессий [90].

По данным ВОЗ, на возмещение ущерба, наносимого травматизмом и заболеваемостью на производстве, сегодня тратится 4% мирового ВВП [90].

Основные подходы к оценке профессиональных рисков приведены в стандарте ГОСТ Р 12.0.010-2009. Согласно ГОСТ, решение задачи управления рисками должно основываться на выявлении опасностей, определении возможных ущербов здоровью и жизни работника и вероятностей их наступления.

В ГОСТ Р 12.0.010-2009) [85] рассматриваются два метода оценки рисков: прямой и косвенный. Прямые методы используют статистическую информацию по выбранным показателям риска или непосредственно показатели ущерба и вероятности их наступления. Косвенные методы оценки рисков для здоровья и жизни работников используют показатели величины отклонения условий труда, в которых осуществляется трудовая деятельность, от гигиенических норм, имеющих причинно-следственную связь с показателями утраты здоровья и, как следствие, рисками. В качестве косвенного метода может быть использована оценка риска, основывающаяся на результатах СОУТ [85].

Риск утраты здоровья РЛБМД, эксплуатирующих локомотивы на электрической тяге, рассчитанный на основе результатов гигиенической оценки условий труда при использовании трехуровневой шкалы оценки значимости рисков, определен как «Высокий» ( $R=10,7$ ) (Приложение А).

### **3.2 Анализ и оценка профессионального риска у работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих тепловозы и подвергающихся воздействию загрязнителей воздуха рабочей зоны**

Особенностью условий труда РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, является воздействие загрязнителей воздуха рабочей зоны продуктами сгорания топлива. Анализ литературных источников [91-93] показал, что расход дизельного топлива (ДТ) в среднем в год на тягу магистральных поездов составляет 3,17 млн т у. т. По данным [94] расход дизельного топлива должен был сократиться на 9% и составить 2,67 млн. т у. т. На перевозочную работу тепловозов тратится 98 % ДТ [95]. На величину расхода ДТ негативное влияние оказывает вид движения, возраст эксплуатируемого парка тепловозов и, как следствие, его техническое состояние [95].

Основной источник загрязнителей воздуха рабочей зоны РЛБМД – отработавшие газы дизелей и картерные газы. Дополнительным источником можно считать испарения из топливных баков и из агрегатов системы питания дизелей [96].

Отработавшие газы содержат около 200 компонентов. Период их существования длится от нескольких минут до 4–5 лет [97].

В Российской Федерации, как и в других странах, существуют стандарты на выбросы загрязняющих веществ дизелями тепловозов [91]. Постановлением Правительства РФ от 03.04.2020 N 440 (ред. от 17.03.2021) «О продлении действия разрешений и иных особенностях в отношении разрешительной деятельности в 2020 и 2021 годах» до 1 июля 2021 г. при проведении инвентаризации допускается применение методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками без включения таких методик в перечень методик расчета, формирование и ведение которого осуществляет Минприроды РФ.

В соответствии с результатами анализа вышеперечисленных документов установлено, что при эксплуатации тепловозов в окружающую среду выделяются CO, NO<sub>x</sub>, углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>. В соответствии с данными «Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 1.А.3.с.» [35] уточнен качественный и количественный состав загрязнителей, поступающих в окружающую среду во время железнодорожных перевозок. К перечню загрязнителей добавлены следующие компоненты: ТЧ (крупные пылевые частицы), мелкодисперсные пылевые частицы (PM 10 и PM 2,5), NO<sub>2</sub>, тяжелые металлы, полиароматические углеводороды (ПАУ), летучие органические соединения (ЛОС) [96]. Величина выбросов загрязнителя при сжигании тонны дизельного топлива железнодорожным транспортом приведена в Приложении В.

Расчет рассеивания выбросов загрязнителей произведен в соответствии с документами: «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом)» (М., НИИАТ, 1992) [98]; «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» (СПб., 2012) [99]. Расчетное моделирование полей максимальных приземных концентраций выполнено по унифицированной программе расчета загрязнения

атмосферы (УПРЗА) «Эколог» (версия 4.6.7 «Расчет рассеивания с учетом застройки по МРР-2017»).

Размер расчетного прямоугольника принят  $25 \times 25$  метров с шагом расчетной сетки по вертикали и горизонтали 5 метров. Расчеты выполнены на уровне дыхания работника локомотивной бригады. Для оценки воздействия на здоровье РЛБМД определены максимальные расчетные концентрации вредных веществ в расчетной точке.

Для оценки уровня загрязнения использовали ПДК в рабочей зоне СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [45].

В контрольной точке рассчитана максимальная по направлению и скорости ветра концентрация загрязнителя. Расчеты загрязнения окружающей тепловоз воздушной среды в процессе работы тепловоза выполнены по 11 ингредиентам. В связи с тем, что расчет концентрации для каждого металла (Cr, Cu, Ni, Se) затруднен, вместе с тем они обладают эффектом суммации, в расчете принят их суммарный валовый выброс по массе и расчеты выполнены по одному индикаторному металлу – Cd. Аналогичный подход использован для ПАУ. Расчет выполнен по индикаторному веществу – Бенз (a) прирену.

Климатические характеристики приняты для территории г. Санкт-Петербурга (Приложение В). Фоновые концентрации по веществам азот диоксид и углерод оксид представлены в официальном письме ФГУП «НИИ Атмосфера» (Приложении Г).

Результаты расчета позволили установить прогнозируемые уровни приземных концентраций в расчетной точке, которые в дальнейшем использованы для оценки количества загрязнителей в воздухе рабочей зоны РЛБМД и риска их здоровью. Особенности действия загрязнителей воздуха рабочей зоны РЛБМД приведены в таблице 3.1. Карты рассеивания приведены в приложении Д. Значения расчетных максимальных приземных концентраций в рабочей зоне ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Особенности действия загрязнителей воздуха рабочей зоны на работников локомотивных бригад магистрального движения

Наименования загрязнителя	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия на организм
СО Оксид углерода II	Газ	4	Поражение дыхательной системы, трансформация состава крови, поражение ЦНС
NO <sub>2</sub> Оксид азота (IV)	Газ	2	Влияет на органы дыхательной системы, происходит изменение состава крови, уменьшается содержание гемоглобина. Угнетает ЦНС
ЛОС Летучие органические соединения	Газ		Канцероген
NH <sub>3</sub> Аммиак	Газ	4	Влияет на дыхательную систему и слизистые оболочки. При попадании на кожу вызывает ожог
ОКВЧ АПФД	*А	4	Поражение органов дыхательной системы
ТЧ <sub>10</sub>	*А	3	Поражение верхней части дыхательных путей
ТЧ <sub>2,5</sub>	*А	3	Поражение дыхательной системы, развитие сердечно-сосудистых заболеваний
Соединения металлов			
Кадмий	*А	1	Влияние на органы дыхания, может вызывать почечную недостаточность, канцерогенно
Хром	*А	1	Канцерогенный эффект, поражает ЦНС, оказывает повреждающее действие на репродуктивную функцию
Медь	*А	2	Угнетение ЦНС, дыхательной системы.
Никель	*А	2	Угнетение ЦНС, сердечно-сосудистой системы. Канцероген. Снижение иммунитета
Селен	*А	2	Вещество оказывает раздражающее воздействие на дыхательные пути. Вещество может оказать воздействие на желудочно-кишечный тракт и нервную систему, кожные покровы
Цинк	*А	2	Канцерогенный эффект, раздражающее воздействие на дыхательные пути
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)			
Бенз (а) пирен	*А	1	Канцерогенный эффект, мутагенное, эмбриотоксическое, гематотоксическое действие
Бенз (b) флуорантен	*А	1	Канцерогенный эффект
Бенз (а) антрацен	*А	1	Канцерогенный эффект
Дибенз (а,h) антрацен	*А	1	Канцерогенный эффект
*А – аэрозоль			

Таблица 3.2 – Значения расчетных максимальных концентраций в рабочей зоне РЛБМД (мг/м<sup>3</sup>)

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Концентрация	МАИР/SFI
СО	20	0,779	
NO <sub>2</sub>	2	2,199	
N <sub>2</sub> O	5	2,16	
NH <sub>3</sub>	20	4,159E-04	
ЛОС	50	2,747	
Кадмий	0,05	0,000035	2А/6,3
Хром	0,03	0,000014	1/42
Никель	0,05	0,000089	2В/0,84
Свинец	0,05	0,0014	2а/0.042
Медь	1,0	0,00002	
Цинк	1,5	0,0591	
ОКВЧ (Пыль неорганическая до 20% SiO <sub>2</sub> )	0,5	0,089	
PM <sub>10</sub>	0,3	0,085	
PM <sub>2,5</sub>	0,16	0,080	
Бенз (а) пирен	0,005	0,00053	1/3,9
Benzo (b) fluoranthene	-	0,00059	2В/0.39
Benz (a) anthracene	-	0,000314	2А/0.31
Dibenzo (a/h) anthracene	-	0,000118	2а/3.1

Полученные результаты расчета рассеивания использованы для определения показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков, возникающих в процессе трудовой деятельности РЛБМД при эксплуатации тепловозов.

Основой расчета показателей риска здоровью РЛБМД тепловозов от длительного воздействия загрязнителей воздуха рабочей зоны, явились [97] МР 2.1.9.003-03 «Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ» [97].

В расчете приняты средние показатели веса рабочих, объема сатурации и экспозиции загрязнителей. Исходные данные представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные для расчета усредненной суточной потенциальной дозы ADD (I) для работников локомотивных бригад, эксплуатирующих новые и старые тепловозы

Показатель	Характеристика показателя		Старый тепловоз		Новый тепловоз		Общее количество загрязнителя, поступающего в организм РЛБ (мг/кг в день)	
	Загрязнитель	ПДК <sub>3</sub> мг/м <sup>3</sup>	Значение мг/м <sup>3</sup>	Класс условий труда	Значение мг/м <sup>3</sup>	Класс условий труда	Старый тепловоз	Новый тепловоз
C <sub>w</sub> Загрязнители воздуха рабочей зоны	СО	5	0,779	2	0,651	2	0,169967	0,157299
	NO <sub>2</sub>	0,2	2,199	3.2	1,037	3.1	0,21528	0,101581
	N <sub>2</sub> O	0,4	2,973	3.2	1,64	3.1	0,290975	0,160545
	ЛОС	50	2,747	2	1,51	2	0,268818	0,147781
	NH <sub>3</sub>	0,2	0,00004	2	0,00004	2		
	ОКВЧ	0,5	0,089	2	0,054	2	0,009083	0,005658
	PM10	0,3	0,085	2	0,051	2	0,008576	0,005249
	PM25	0,16	0,080	2	0,048	2	0,00794	0,004809
	Соединения тяжелых металлов (сумма)	0,01	1,087	3.2	0,923	3.1	0,10636	0,090313
	Zn	0,5	0,591	3.1	0,516	3.1	0,057829	0,050491
	ПАУ	0,001	0,01	3.2	0,007	3.2	0,001986	0,000685
	C <sub>h</sub> концентрация вещества в воздухе вне работы (по Р 2.1.10.192 0-04)	СО	5,0	0,650				
NO <sub>2</sub>		0,02	0,00079					
N <sub>2</sub> O		0,04	0,00052					
ЛОС		0,003	0,00022					
NH <sub>3</sub>		0,1	0					
ОКВЧ		0,1	0,0026					
PM <sub>10</sub>		0,015	0,0018					
PM <sub>2,5</sub>		0,010	0,00078					
Соединения металлов (сумма)		0,000005	0,000001					
Zn		0,0009	0,00001					
ПАУ		0,00000064						
Усредненная суточная потенциальная доза, мг/кг в день							1,1368	0,7244

Для расчета использовано выражение (3.1) [36]:

$$ADD(I) = ((C_w * T_w * V_w * EF_w * ED_w) + (C_h * T_h * V_h * EF_h * ED_h)) / BW * AT * 365, \quad (3.1)$$

где [36]:

ADD (I) – усредненная суточная потенциальная доза;

BW – масса тела работника (средняя 70 кг);

T<sub>w</sub> – усредненная продолжительность рабочей смены (8 час/день);



$T_h$	– усредненная продолжительность времени вне рабочей зоны (16 час/день);
$V_w$	– объем дыхания в рабочее время (1,25 м <sup>3</sup> /час);
$V_h$	– объем дыхания в не рабочее время (0,63 м <sup>3</sup> /час);
$EF_w$	– усредненное количество рабочих дней (250 дней/год);
$EF_h$	– период воздействия вне работы (365 дней/год);
$ED_w, ED_h$	– продолжительность воздействия (30 лет);
$AT$	– период усреднения экспозиции (30 лет) [36].

Расчет средней суточной потенциальной дозы основных химических веществ в воздухе рабочей зоны РЛБМД позволил установить, что при эксплуатации «старых» тепловозов в организм поступает 1,1368 мг/кг загрязнителей воздушной среды в условные сутки, при эксплуатации локомотивов «ТН» – 0,7244 мг/кг в условные сутки. При этом среднее количество загрязнителей, поступающих работникам с загрязнением воздуха рабочей зоны на уровне среднего загрязнения атмосферного воздуха, составляет 0,1589 мг/кг в сутки, т.е. в 4,5 раза меньше чем у РЛБМД локомотивов «ТН» и в 7,1 раза меньше, чем при эксплуатации «ТПКР».

ПДК р.з. и ПДК а.в. определены в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [45], референтные концентрации определены в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [100].

### **3.2.1 Анализ и оценка неканцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих тепловозы**

Определение показателя неканцерогенного риска проведено методом расчета «коэффициента опасности» [100]:

$$HQ = AC/RfC \quad (3.2)$$

где  $HQ$  – коэффициент опасности;  $AC$  – средняя концентрация загрязнителя, мг/м<sup>3</sup>;  $RfC$  – референтная (безопасная) концентрация, мг/м<sup>3</sup>. Результаты расчета представлены в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 – Результаты расчета неканцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих НТ и ТПКР

Загрязнитель	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		RFC	Действие на организм	HQ Коэффициент опасности	
	ТПКР	ТН			ТПКР	ТН
NO <sub>2</sub>	2,199	1,037	5,0	органы дыхания, кровь (образование MetHb)	0,439	0,207
CO	0,779	0,651	20	кровь, ССС, развитие, ЦНС	0,039	0,033
ОКВЧ	0,089	0,054	0,1	органы дыхания, иммунная система сенсibiliзирующее действие	0,89	0,54
ЛОС	2,747	1,510	1,0	органы дыхания, иммунная система сенсibiliзирующее действие	2,747	1,510
NH <sub>3</sub>	4,159E-04	-	0,1	органы дыхания	0,00042	0
PM <sub>10</sub>	0,085	0,051	0,5	органы дыхания, иммунная система сенсibiliзирующее действие	0,170	0,102
PM <sub>2,5</sub>	0,080	0,048	0,15	органы дыхания, иммунная система сенсibiliзирующее действие	0,533	0,320
Cr	0,00014	0,00008	0,0001	ССС, кровь, органы дыхания	1,4	0,8
Ni	0,000089	0,000062	0,00005	ССС, кровь, органы дыхания	1,79	1,24
Zn	0,0591	0,0392	0,035	ССС, кровь, органы дыхания	1,69	1,12
Cu	0,00002	0,000017	0,00002	ССС, кровь, органы дыхания	1	0,85
Pb	0,0014	0,0011	0,0005	ССС, кровь, органы дыхания	2,8	1,273
Индекс опасности $\Sigma HQ = \sum Ni$					13,5	8,0

Таблица 3.5 – Результаты расчета суммарного индекса риска формирования патологии в различных системах организма у работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих ТН и ТПКР

Система организма	Обобщенный показатель риска формирования патологии	
	ТПКР	ТН
Органы дыхания	11,45	4,70
Сердечно-сосудистая система	8,72	5,31
Иммунная система, сенсibiliзирующее действие	4,34	2,47
Общий показатель	13,5	8,0
1-5 – «Средний»; 5,1-10 – «Высокий»; > 10,1 – «Чрезвычайно высокий»		

Анализ и оценка результатов расчета суммарного индекса риска формирования патологии ( $N_i$ ) в различных системах организма РЛБМД, эксплуатирующих ТПКР, показал, что они имеют чрезвычайно высокий риск формирования патологии дыхательной системы (превышение верхней границы среднего уровня заболеваемости  $N_i > 10$ ). Это подтверждается данными натурных исследований ЗВУТ, приведенными в 1 главе. Кроме того, у данной группы РЛБМД выявлен высокий риск патологии ССС (превышение среднего уровня заболеваемости  $N_i = 8,72$  в диапазоне 5,0–10,0) и средний риск патологии иммунной системы (тенденция к увеличению уровня заболеваемости  $N_i = 4,34$  в диапазоне 1,0–5,0). В группе РЛБМД, эксплуатирующих ТН, выявлен высокий (на нижней границе диапазона) показатель риска патологии сердечно-сосудистой и средний показатель риска для дыхательной систем  $N_i = 5,31$  и  $N_i = 4,70$ , соответственно, а также средний риск формирования патологии иммунной системы и аллергических реакций.

Таким образом, у РЛБМД, эксплуатирующих ТПКР, зарегистрирован показатель суммарного риска, оцениваемый как чрезвычайно высокий ( $N_i = 13,5$ ) с высокой вероятностью поражения дыхательной, сердечно-сосудистой и иммунной систем. У РЛБМД, эксплуатирующих ТН, зарегистрирован высокий суммарный риск ( $N_i = 8,0$ ), с высокой вероятностью развития патологии ССС и средней вероятностью развития патологии дыхательной и иммунной систем.

### 3.2.2 Анализ и оценка канцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения

Расчет показателей канцерогенного риска РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, проведен в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [100]. Референтные концентрации загрязнителей воздуха рабочей зоны приведены в таблице 10 и 12. Результаты расчета канцерогенного риска здоровью РЛБМД, эксплуатирующих НТ и ТПКР приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты расчета канцерогенного риска здоровью работников локомотивных бригад магистрального движения, эксплуатирующих НТ и ТПКР

Загрязнитель	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		SFI	Канцерогенный риск	
	ТПКР	ТН		ТПКР	ТН
Cd	0,000035	0,00026	6,3	0,002205	0,001638
Cr	0,000014	0,00008	42	0,000588	0,000333
Pb	0,0014	0,0011	0,042	0,0000588	0,0000462
Ni	0,000089	0,000062	0,84	0,000075	0,000521
Benzo (a) pyrene	0,00053	0,0025	3,1	0,001643	0,00075
Benzo (b) fluoranthene	0,00059	0,00038	0,39	0,00023	0,000148
Benz (a) anthracene	0,000314	0,00029	0,31	0,000097	0,0000899
Dibenzo (a/h) anthracene	0,000118	0,000084	3,1	0,000366	0,000260
Канцерогенный риск				0,005263	0,003786

При оценке полученных результатов установлено, что при эксплуатации старых тепловозов канцерогенный риск составляет  $5,2 \times 10^{-3}$ , это свидетельствует о том, что в такой группе РЛБМД ежегодно вероятно формирование 52 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 РЛБМБ. При этом в группе РЛБМД, эксплуатирующей ТН, канцерогенный риск составляет  $3,8 \times 10^{-3}$ , т.е. 38 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 работников РЛБМД (в 1,5 раза меньше). Ориентировочные расчеты, проведенные с использованием численности РЛБМД, эксплуатирующих ТПКР

и ТН показали, что в настоящее время существует реальный риск формирования ежегодно 225 случаев онкологической патологии на сети дорог. Обновление парка тепловозов позволит сократить риск на 35 случаев онкологической патологии ежегодно. Электрификация железных дорог позволит снизить риск патологии до приемлемых величин  $10^{-5}$ .

### **3.3 Анализ и оценка риска утраты здоровья у работников локомотивных бригад магистрального движения в зависимости от стажа и интенсивности сочетанного воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса**

Для автоматизации процесса получения информации о величине риска утраты здоровья нами разработан элемент информационно-коммуникационной технологии реализованный в программе для ЭВМ «Риск развития профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021618616. Заявка № 2021617589 от 18 мая 2021). Технология реализует элементы системы управления охраной труда. Она 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 N 776н (пп. 25, 26, 27) и Статьи 214 Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, N 1, ст.3; 2021, N 27, ст.5139).

Для определения профессионального риска утраты здоровья в качестве приоритетных физических факторов рабочей среды рассмотрены уровни шума, уровни общей вибрации, микроклиматические условия в кабине локомотива. Приоритетными показателями тяжести определены: рабочая поза, количество стереотипных рабочих движений за смену, статическая нагрузка при приложении усилий, прилагаемых к педалям и рычагам, а также физические нагрузки при выполнении отдельных ремонтных работ. Напряженность труда оценивали по эмоциональным, интеллектуальным, сенсорным нагрузкам, режиму труда и моно-

тонности нагрузок. Химическое загрязнение воздуха рабочей зоны учитывали только для рабочего процесса на тепловозах. Для детального анализа риска развития производственно-обусловленной патологии у РЛБМД проведена сравнительная оценка риска развития основных нозологических форм у работников, обслуживающих ЛПКР и НЛ на электрической и дизельной тяге в зависимости от стажа работы.

Для расчета использовали МР 2.2.0085-14 от 06.02.2014 [86]. Определяли интегральный уровень профессионального воздействия (ИУПВ), который выражен количественно в условных единицах (для воздействия физических факторов, загрязнения воздуха рабочей зоны и факторов трудового процесса класс условий труда оценивали в условных единицах: 2-й класс – 0 усл. ед., классы 3.1 – 1 усл. ед., 3.2 – 2 усл. ед., 3.3 – 3 усл. ед.). Дополнительно учитывали возрастные коэффициенты, приведенные в методических рекомендациях [101].

На рисунке 3.1 приведена схема влияния факторов производственной среды на органы и системы организма работающего.

Расчет проведен в соответствии с выражением (3.3) [86]:

$$K_{\text{интегр}} = (F_1 t_1 + F_2 t_2 + \dots + F_i t_i) \cdot K_{\text{возвр}}, \quad (3.3)$$

где  $K_{\text{интегр}}$  – коэффициент интегрального воздействия профессиональных факторов, усл. ед.;  $F_1, F_2 \dots F_i$  – уровень воздействия определенного профессионального фактора, усл. ед.;  $t_1, t_2 \dots t_i$  – стаж работы (в годах).

Для определения степени риска развития патологии той или иной системы организма компоновка профессиональных факторов для получения  $K_{\text{интегр}}$  осуществлялась в соответствии характером воздействия факторов на организм (рисунок 3.1).

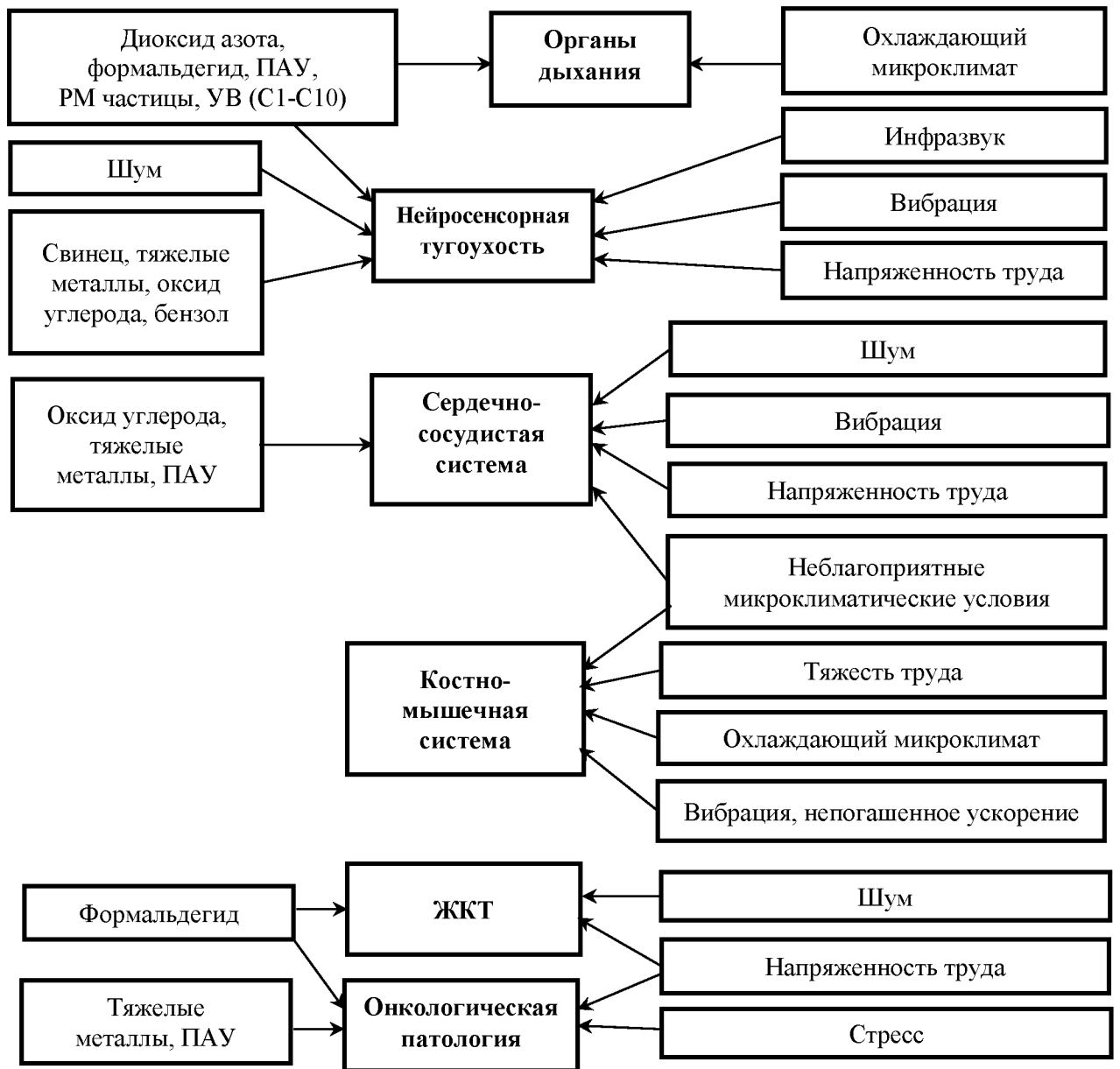


Рисунок 3.1 – Схема влияния факторов производственной среды на органы и системы организма работающего

Определение величины риска здоровью РЛБМД для различного стажа (начало самостоятельной работы в возрасте 25 лет) позволило получить уравнения регрессии для прогнозирования риска патологии по графе «Всего», а также патологии нервной, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, желудочно-кишечного тракта, а также отдельно для нейросенсорной тугоухости. На рисунках 3.2-3.13 приведены графики, иллюстрирующие динамику показателей риска развития патологии у РЛБМД бригад в сравнении с неэкспонированными (работающих в «допустимых» условиях труда).

При анализе причинно-следственной связи развития патологии и величины показателя риска (условные единицы) здоровью работающих установлено [102-107], что величина расчетного показателя риска до 135 способствует увеличению частоты общих заболеваний, увеличение более 135 приводит к формированию производственно-обусловленных заболеваний, более 317 – к формированию профессиональных заболеваний.

Биологическое загрязнение воздуха рабочей зоны приводит к возникновению ЗВУТ инфекционной этиологии, что способствует снижению неспецифической резистентности, делает организм более чувствительным к воздействию неблагоприятных факторов условий труда и впоследствии может уменьшить инкубационный период формирования профессионального заболевания или утяжелить его течение.

Уравнения для расчета величины показателей риска развития основных нозологических форм у РЛБМД, обслуживающих ЭПКР и ЭН, приведены в таблице 3.7 и на рисунках 3.2–3.7, у РЛБМД, обслуживающих ТПКР и НТ, приведена в таблице 3.9 и на рисунках 3.8–3.13.



Таблица 3.7 – Уравнения регрессии для прогнозирования риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад магистрального движения на электрической тяге

Патология и тип воздействия	Уравнение регрессии: $y = f(x)$ , где $y$ – риск развития патологии; $x$ – стаж (лет)
<b>Органы дыхания</b>	
– ЭПКР	$y = 5,575x - 1,5714; R^2 = 0,98$
– ЭН	$y = 5,575x - 1,5714; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 3,3429x + 1,9571; R^2 = 0,97$
<b>Нейросенсорная тугоухость</b>	
– ЭПКР	$y = 35,411x - 23,571; R^2 = 0,98$
– ЭН	$y = 29,221x - 18,086; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 1,5952x^2 + 2,2381x - 1,1; R^2 = 0,97$
<b>Сердечно-сосудистой системы</b>	
– ЭПКР	$y = 4,9792x^2 + 18,979x - 12,75; R^2 = 0,98$
– ЭН	$y = 4,4018x^2 + 14,955x - 8,0357; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = 2,1369x^2 + 0,1726x + 0,2143; R^2 = 0,97$
<b>Костно-мышечной системы</b>	
– ЭПКР	$y = -0,4881x^2 + 26,769x - 19,971; R^2 = 0,98$
– ЭН	$y = -0,9405x^2 + 28,174x - 20,543; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = 0,6488x^2 + 8,3131x - 11,357; R^2 = 0,95$
<b>Желудочно-кишечного тракта</b>	
– ЭПКР	$y = 2,7024x^2 + 9,6452x - 1,2857; R^2 = 0,97$
– ЭН	$y = 2,2083x^2 + 5,4655x + 2,9143; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = -0,5655x^2 + 14,12x - 11,357; R^2 = 0,95$
<b>Общее заболевания</b>	
– ЭПКР	$y = 1,9524x^2 + 43,524x - 29,143; R^2 = 0,97$
– ЭН	$y = 1,906x^2 + 36,156x - 21,257; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = 1,3702x^2 + 3,6702x + 0,3857; R^2 = 0,98$

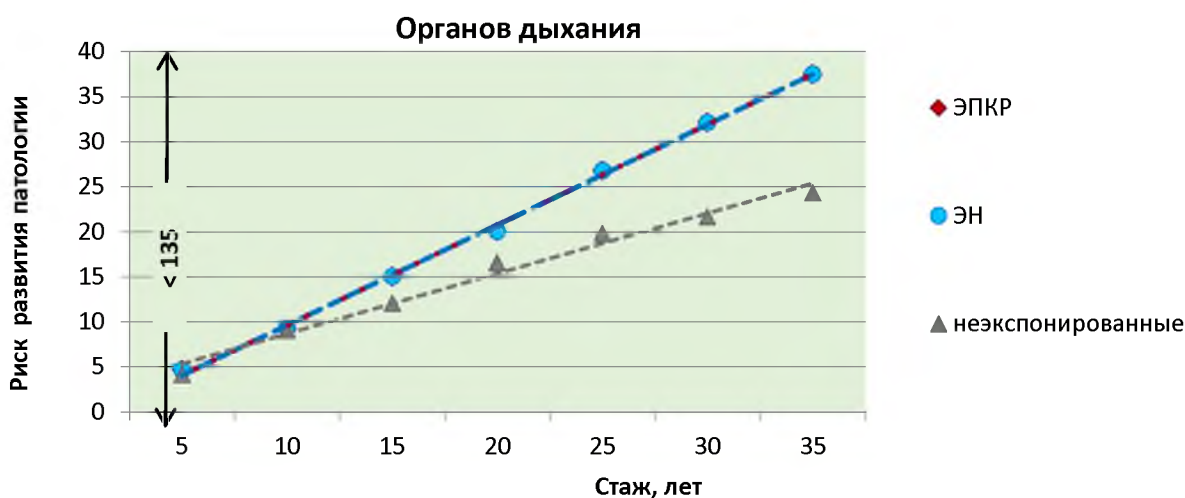


Рисунок 3.2 – Динамика показателей риска развития патологии органов дыхания

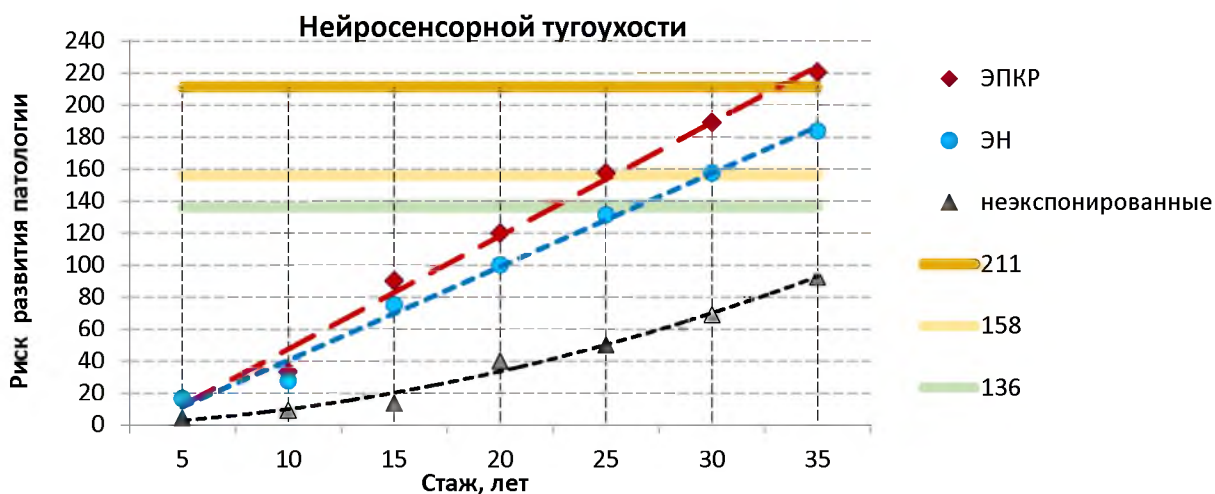


Рисунок 3.3 – Динамика показателей риска развития нейросенсорной тугоухости

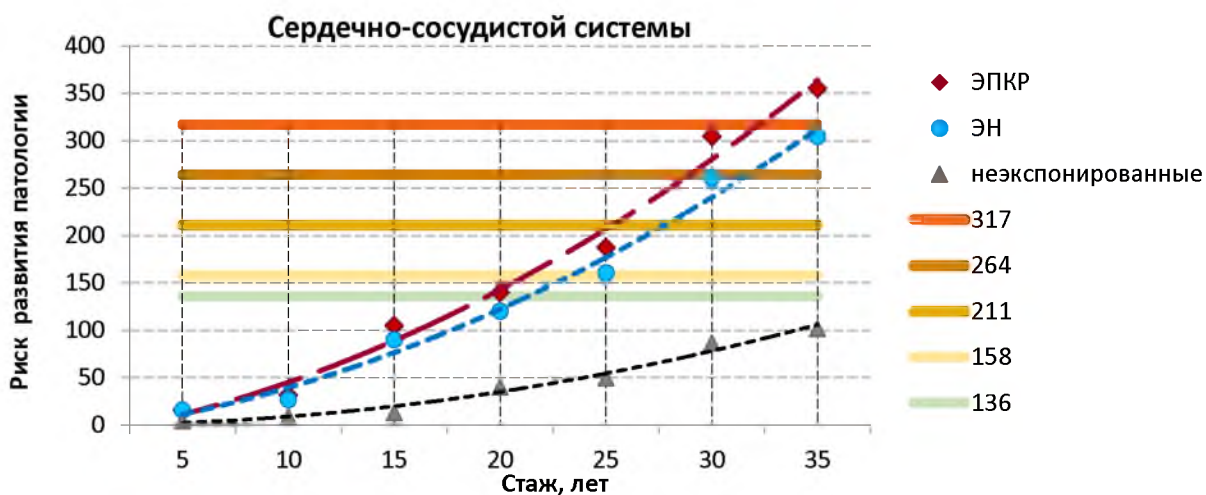


Рисунок 3.4 – Динамика показателей риска развития патологии сердечно-сосудистой системы

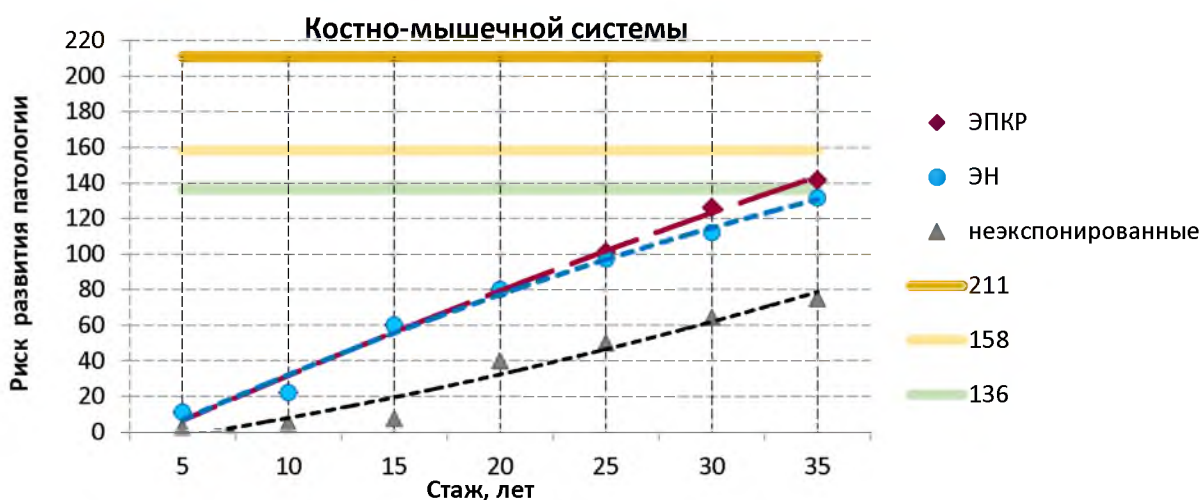


Рисунок 3.5 – Динамика показателей риска развития патологии костно-мышечной системы

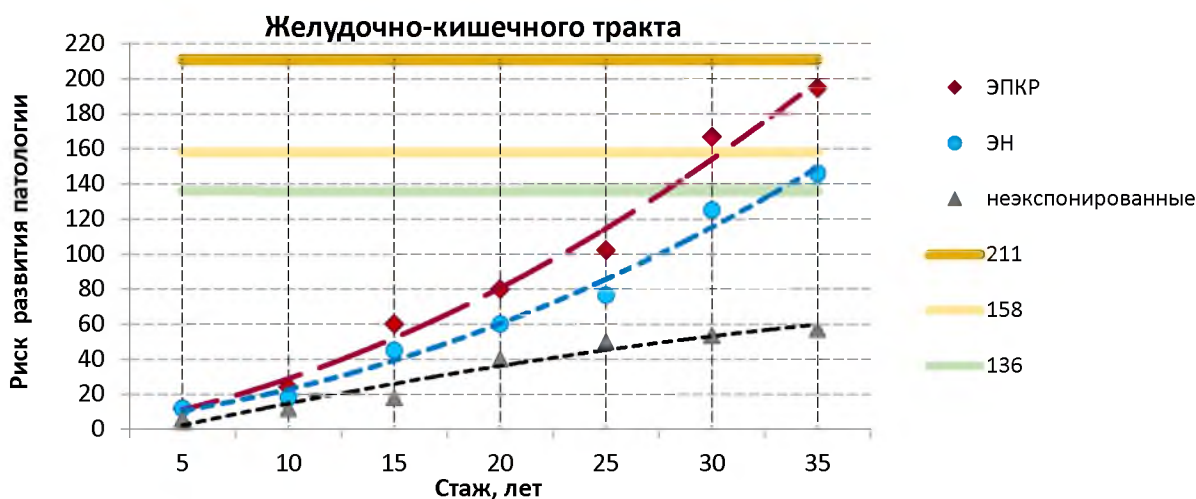


Рисунок 3.6 – Динамика показателей риска развития патологии желудочно-кишечного тракта

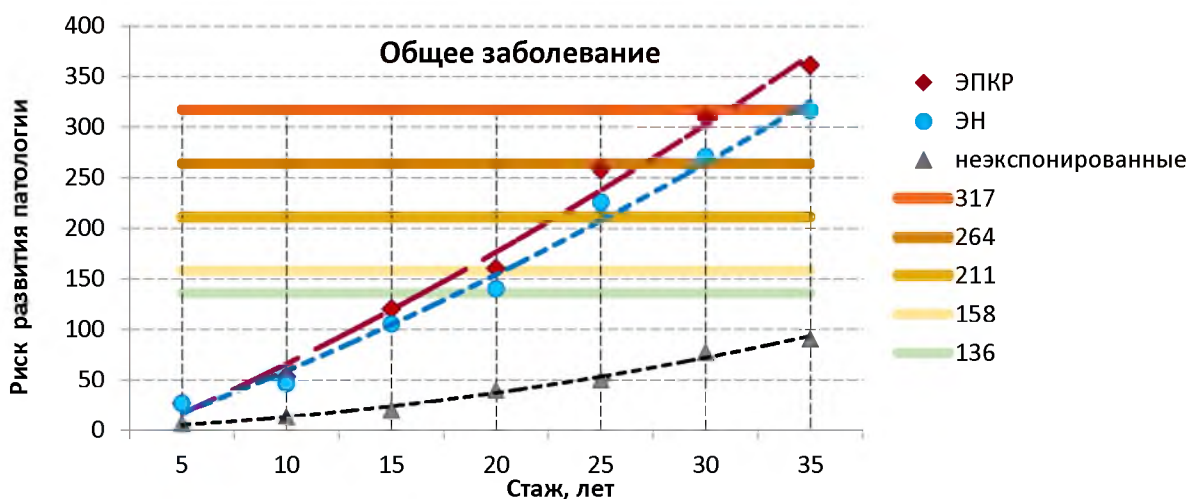


Рисунок 3.7 – Динамика показателей риска развития общего заболевания

Таблица 3.8 – Уравнения регрессии для прогнозирования риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад магистрального движения на дизельной тяге

Патология и тип воздействия	Уравнение регрессии: $y = f(x)$ , где $y$ – риск развития патологии; $x$ – стаж (лет)
1	2
Органы дыхания	
– ТПКР	$y = 23,779x - 13,986; R^2 = 0,98$
– ТН	$y = 17,716x - 10,2; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 3,3429x + 1,9571; R^2 = 0,97$
Нейросенсорная тугоухость	
– ТПКР	$y = 41,614x - 29,086; R^2 = 0,98$
– ТН	$y = 35,411x - 23,571; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 1,5952x^2 + 2,2381x - 1,1; R^2 = 0,97$

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Сердечно-сосудистой системы	
– ТПКР	$y = 5,5565x^2 + 23,003x - 17,464; R^2 = 0,98$
– ТН	$y = 4,9804x^2 + 18,977x - 12,75; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 2,1369x^2 + 0,1726x + 0,2143; R^2 = 0,97$
Костно-мышечной системы	
– ТПКР	$y = -0,6893x^2 + 34,546x - 27,9; R^2 = 0,98$
– ТН	$y = -0,4881x^2 + 26,769x - 19,971; R^2 = 0,98$
– неэкспонированные	$y = 0,6488x^2 + 8,3131x - 11,357; R^2 = 0,95$
Желудочно-кишечного тракта	
– ТПКР	$y = 2,7024x^2 + 9,6452x - 1,2857; R^2 = 0,97$
– ТН	$y = 2,2054x^2 + 5,4839x + 2,8929; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = -0,5655x^2 + 14,12x - 11,357; R^2 = 0,95$
Общее заболевания	
– ТПКР	$y = 66,896x - 61,043; R^2 = 0,97$
– ТН	$y = 59,143x - 52,571; R^2 = 0,97$
– неэкспонированные	$y = 1,3702x^2 + 3,6702x + 0,3857; R^2 = 0,98$

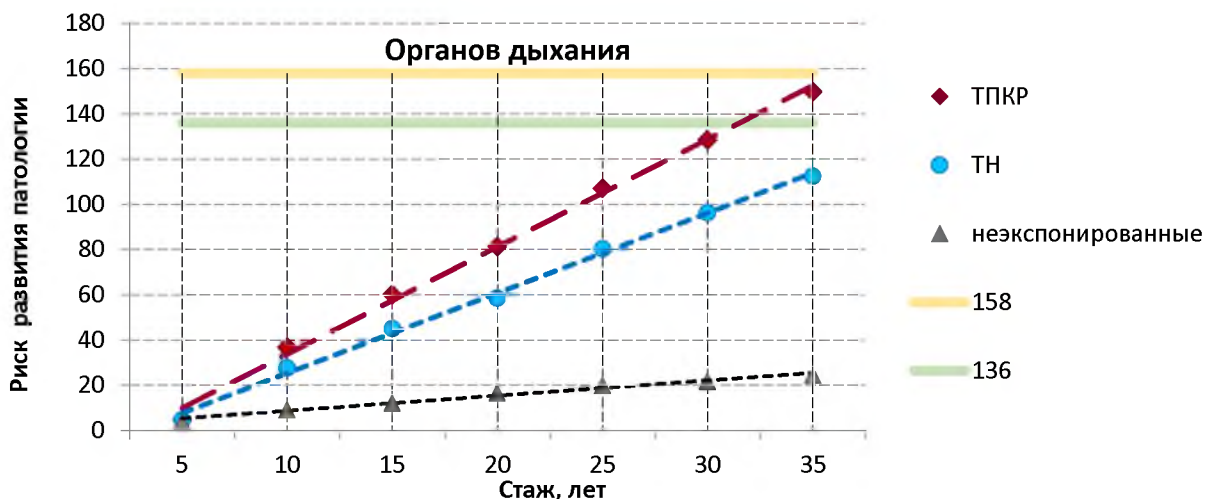


Рисунок 3.8 – Динамика показателей риска развития патологии органов дыхания

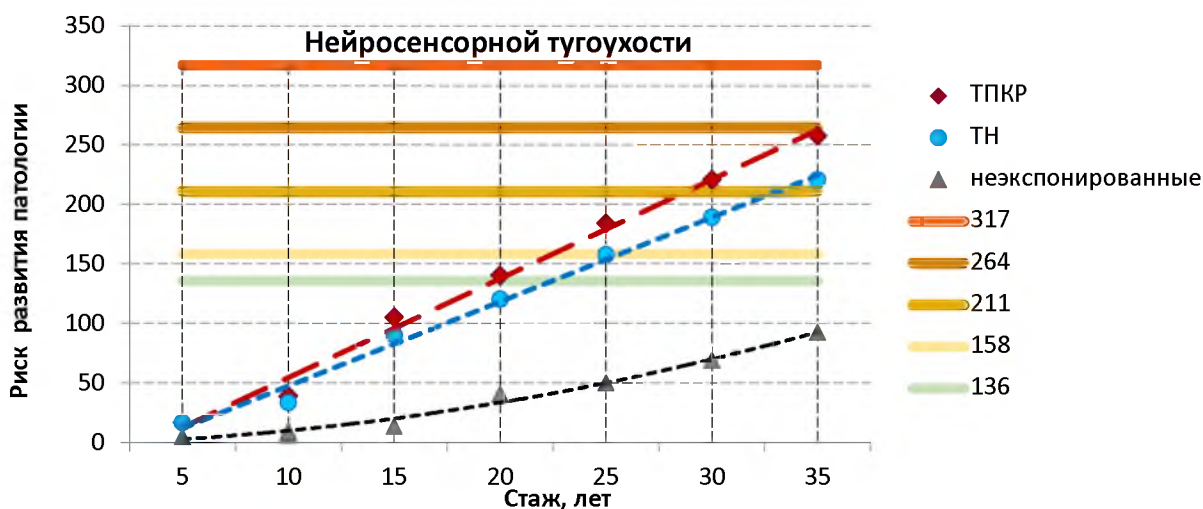


Рисунок 3.9 – Динамика показателей риска развития нейросенсорной тугоухости



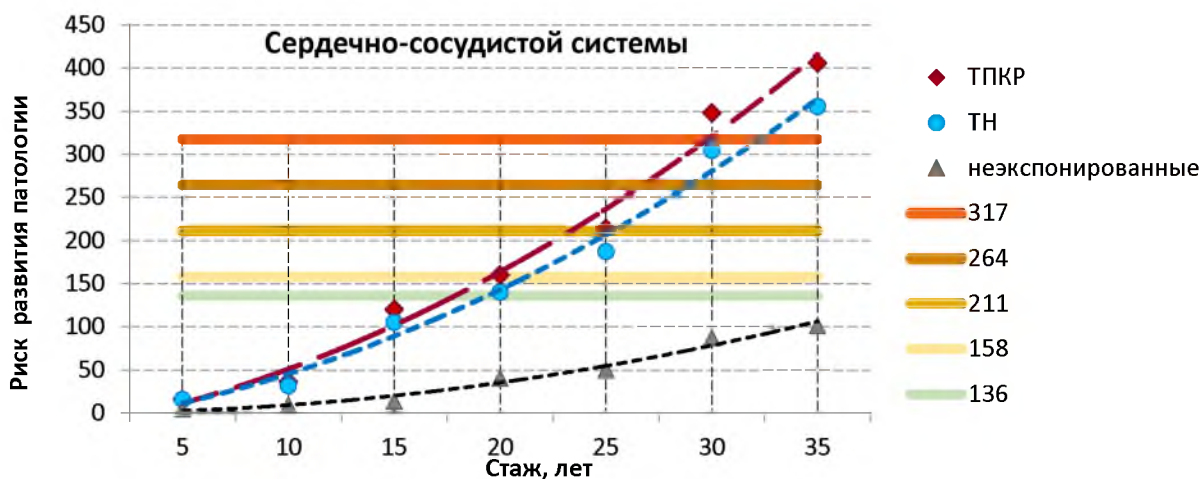


Рисунок 3.10 – Динамика показателей риска развития патологии сердечно-сосудистой системы

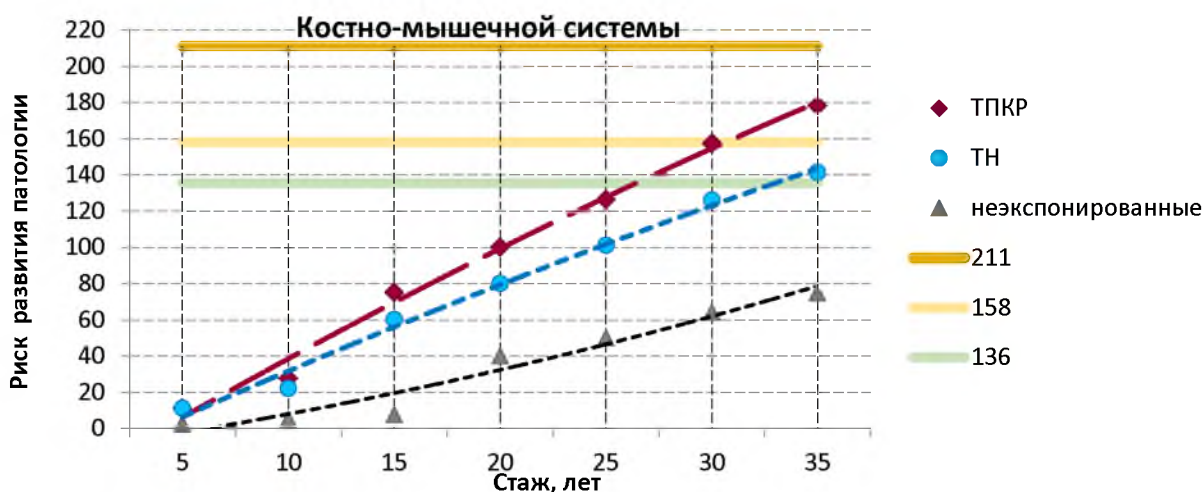


Рисунок 3.11 – Динамика показателей риска развития патологии костно-мышечной системы

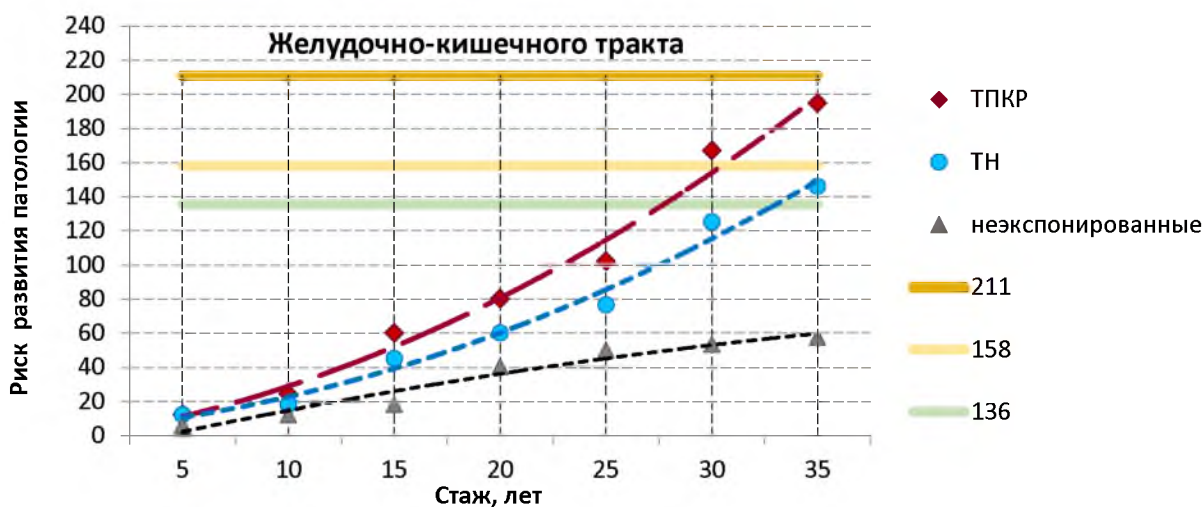


Рисунок 3.12 – Динамика показателей риска развития патологии желудочно-кишечного тракта

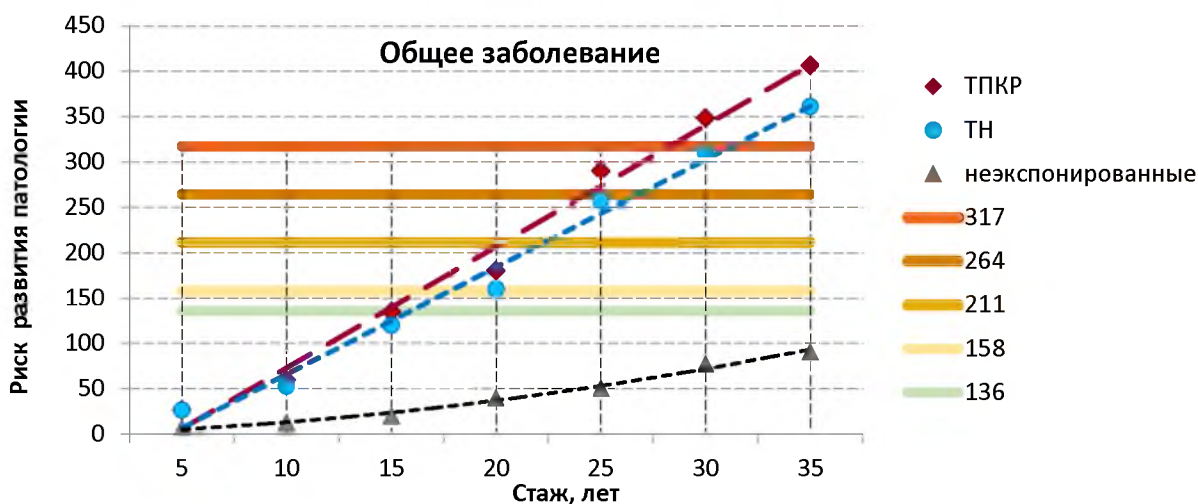


Рисунок 3.13 – Динамика показателей риска развития общего заболевания

Расчеты позволили установить следующее. Производственно-обусловленная патология у неэкспонированных работников, т.е. работающих в условиях труда, оцениваемых как «допустимые» (2), по анализируемым нозологиям не формируется на протяжении всего стажа работы. С высокой долей вероятности, работа в условиях, соответствующих гигиеническим нормативам, не приведет к формированию производственно-обусловленной патологии до достижения 65-летнего возраста. Однако риск патологии ССС существенно возрастает даже у неэкспонированных работающих.

Патология органов дыхания у РЛБМД, эксплуатирующих электровозы и новые тепловозы, не достигает существенных пределов. У РЛБМД, эксплуатирующих ТПКР при стаже 30 лет (средний возраст 55–56 лет), формируется риск хронической патологии верхних дыхательных путей.

Риск такой патологии как нейросенсорная патология у РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, выше, чем у РЛБ, эксплуатирующих электровозы, ввиду сочетанного воздействия акустических факторов и химического загрязнения воздуха рабочей зоны. Значимые величины показателей риска формирования нейросенсорной тугоухости у РЛБМД ЭН формируется при стаже 24 года, ЭПКР – при стаже 22 года. При этом у РЛБМД ТН значимые показатели риска формирования нейросенсорной тугоухости возникают при стаже 22,5 лет, у РЛБ ТПКР – при стаже 19,5 лет. Вероятность возникновения этой патологии 33% у РЛБМД

ЭН наступает при стаже 30 лет, ЭПКР на 5 лет раньше – при стаже 25 лет. Кроме того, при эксплуатации ЭПКР при стаже работы 34 года риск составляет 55%. Аналогичные показатели риска формирования риска нейросенсорной тугоухости у РЛБМД тепловозов достигаются на 3–5 лет раньше.

Патология костно-мышечной системы у РЛБМД при эксплуатации ЭН даже при стаже 35 лет не достигает значимых величин. При эксплуатации ЭПКР формируется при стаже 34 года. У РЛБМД при эксплуатации ТН значимый риск формируется при стаже 32 года, при эксплуатации ТПКР – 27 лет. 33% вероятность формирования патологии КМС у РЛБМД тепловозов, прошедших капитальный ремонт, формируется при стаже 30 лет (ориентировочный возраст 55 лет).

Аналогичные данные получены при анализе риска формирования патологии желудочно-кишечного тракта.

Особое внимание обращают на себя результаты анализа риска формирования патологии сердечно-сосудистой системы (ССС). Существенные показатели риска формирования ССС отмечены у РЛБМД, эксплуатирующих ЭН, при стаже 22 года, ЭПКР – при стаже 19 лет (возраст 40–44 года). Вероятность 55–67% формирования патологии ССС при эксплуатации электровозов возникает при стаже 32 и 29 лет соответственно. При эксплуатации тепловозов аналогичные результаты формирования рисков патологии ССС возникают на 3–5 лет раньше.

Риск утраты здоровья (67%) за счет возникновения профессионального или производственно-обусловленного заболевания у РЛБМД при эксплуатации электровозов наступает при стаже 29 лет (ЭН) и 25 лет (ЭПКР). Аналогичный показатель риска у РЛБ тепловозов достигается при стаже 26 и 23 года соответственно ТН и ТПКР.

Для работников локомотивных бригад критический возраст формирования производственно-обусловленной патологии нервной и сердечно-сосудистой систем наступает на рубеже 50 лет. Высокая вероятность проявления начальных явлений нейросенсорной тугоухости у предрасположенных лиц появляется на рубеже 40 лет. В возрасте 52–55 лет (стаж работы 27–30 лет) формируются явления профессиональной нейросенсорной тугоухости.

Полученные результаты позволяют заключить, что у работников локомотивных бригад к 42–45 годам (стаж 17–20 лет) высокая вероятность утраты здоровья, имеющей причинно-следственную связь с сочетанием неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Кроме того, к 50–52 годам выявлена высокая (более 50%) вероятность формирования профессиональной патологии в той или иной системе организма. Результаты не противоречат материалам в области исследования рисков здоровью работающего населения полученных отечественными и зарубежными авторами [102 - 127] и детализируют показатели риска для профессиональной группы работников локомотивных бригад.

На настоящем этапе технологического развития локомотивостроения и организации железнодорожных перевозок, воздействующие на работников локомотивов неблагоприятные факторы рабочей среды можно отнести к группе «неустраняемых».

Проведенные исследования позволили разработать схему технологии характеристики условий труда работников, эксплуатирующих транспортные средства (рисунок 3.14).

На основании анализа разработана таблица для оценки риска утраты здоровья при выполнении работы в условиях, не соответствующих гигиеническим нормативам (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Характеристика относительного риска (RR) нарушений здоровья в связи с работой в неблагоприятных условиях

Показатель	Условные единицы					
	135	136-156	157-210	211-263	264-316	317 и выше
Величина риска	$0 < RR \leq 1$	$1 < RR \leq 1,5$	$1,5 < RR \leq 2$	$2 < RR \leq 3,2$	$3,2 < RR \leq 5$	$RR > 5$
Этиологическая доля фактора	EF=0	EF<33%	EF=33-55%	EF=51-66%	EF=67-80%	EF=81-100%
Качественная характеристика	Нулевая	Малая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Почти полная
Вид патологии	Общие заболевания		Профессионально обусловленные заболевания			Профессиональные заболевания





Рисунок 3.14 – Элемент схемы информационно-коммуникационной технологии гигиенической оценки труда работников, управляющих транспортными средствами

### Выводы по главе 3

1. Разработанная информационно-коммуникационная технология, реализованная в программе для ЭВМ, дала возможность автоматизации и визуализации процесса получения информации о величине риска утраты здоровья РЛБМД при формировании различных патологий за счет влияния факторов производственной среды.

2. Профессиональный риск утраты здоровья РЛБМД, рассчитанный на основе результатов специальной оценки условий труда при использовании трехуровневой шкалы оценки значимости рисков, определен как «Высокий» ( $R=10,7$ ).

3. При оценке воздействия загрязнения воздуха рабочей зоны при сгорании топлива у РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, установлено, что средняя суточная потенциальная доза основных загрязнителей при эксплуатации тепловозов, прошедших капитальный ремонт, составляет 1,1368 мг/кг в условные сутки, при эксплуатации новых локомотивов – 0,7244 мг/кг в условные сутки. Среднее количество загрязнителей, поступающих в организм РЛБМД новых тепловозов в 4,5 раза, у РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, прошедшие капитальный ремонт, в 7,1 раза превышает дозу у группы сравнения (лица, работающие в условиях соответствия воздуха рабочей зоны гигиеническим нормативам).

4. У РЛБМД, эксплуатирующих тепловозы, прошедшие капитальный ремонт, зарегистрирован показатель суммарного риска, оцененный как «чрезвычайно высокий» ( $H_i = 13,5$ ), с высокой вероятностью поражения дыхательной, сердечно-сосудистой и иммунной систем. У РЛБ, эксплуатирующих новые тепловозы, зарегистрирован «высокий» суммарный риск ( $H_i = 8,0$ ) развития патологии ССС и «средней» вероятностью развития патологии дыхательной и иммунной систем.

5. При оценке полученных результатов установлено, что при эксплуатации тепловозов, прошедшие капитальный ремонт, канцерогенный риск составляет 5,2

$\times 10^{-3}$ , т.е. ежегодно вероятно формирование 52 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 РЛБМД. При этом в группе РЛБМД, эксплуатирующей новые тепловозы, канцерогенный риск составляет  $3,8 \times 10^{-3}$ , т.е. 38 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 работников РЛБМД (в 1,5 раза меньше). Обновление парка тепловозов позволит сократить риск на 35 случаев онкологической патологии ежегодно. Электрификация железных дорог позволит снизить риск такой патологии до приемлемых величин  $10^{-5}$ .

6. На основании анализа существующих методов оценки показателей риска здоровью работающих разработана методика комплексной оценки значимых для здоровья РЛБМД патологических состояний и сформирована таблица для оценки риска утраты здоровья при выполнении работы в условиях, не соответствующих гигиеническим нормативам.

7. Производственно-обусловленная патология у неэкспонированных работников, т.е. работающих в условиях труда, оцениваемых как «допустимые» (2), по анализируемым нозологиям не формируется на протяжении всего стажа работы (до 65 лет). Однако к этому возрасту риск патологии ССС существенно возрастает даже у неэкспонированных работающих.

8. Риск утраты здоровья (67%) за счет возникновения профессионального или производственно-обусловленного заболевания у РЛБМД при эксплуатации электровозов наступает при стаже 29 лет (новые) и 25 лет (прошедшие капитальный ремонт). Аналогичный показатель риска у РЛБМД тепловозов достигается при стаже 26 и 23 года соответственно.

9. Для работников локомотивных бригад магистрального движения критический возраст формирования производственно-обусловленной патологии нервной и сердечно-сосудистой систем наступает на рубеже 50 лет. Высокая вероятность проявления начальных явлений нейросенсорной тугоухости у предрасположенных лиц появляется на рубеже 40 лет. В возрасте 52–55 лет (стаж работы 27–30 лет) формируются явления профессиональной нейросенсорной тугоухости.

10. Полученные результаты позволяют заключить, что у работников локомотивных бригад к 42–45 годам (стаж 17–20 лет) высокая вероятность утраты здоро-

вья, имеющей причинно-следственную связь с сочетанием неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Кроме того, к 50–52 годам выявлена высокая (более 50%) вероятность формирования профессиональной патологии в той или иной системе организма.

11. Особое внимание обращают на себя результаты анализа формирования патологии сердечно-сосудистой системы (ССС). Существенные показатели риска формирования ССС (33%) возникают у РЛБ, эксплуатирующих новые электровагоны, при стаже 22 года, электровагоны, прошедшие капитальный ремонт, на 3 года раньше – при стаже 19 лет (возраст 40–44 года). Высокая вероятность (55–67%) формирования патологии ССС при эксплуатации электровагонов возникает при стаже 32 и 29 лет соответственно. При эксплуатации тепловозов аналогичные результаты формирования рисков патологии ССС возникают на 3–5 лет раньше.

12. На настоящем этапе технологического развития локомотивостроения и организации железнодорожных перевозок, воздействующие на работников локомотивов неблагоприятные факторы рабочей среды можно отнести к группе «неустраняемых».

## **Глава 4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА И СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД МАГИСТРАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ**

### **4.1 Обоснование мероприятий, направленных на обеспечение гигиенической безвредности условий труда**

Известно [128-139], что неблагоприятное действие виброакустических факторов усугубляет негативное действие климатических факторов, загрязнения воздуха рабочей зоны и, как следствие, воздействие инфекций в результате сочетанного негативного влияния на неспецифический иммунитет. Вместе с тем, действие шума усугубляется в условиях напряженного трудового процесса.

При оценке акустического фактора, характерного для условий труда РЛБ, установлено, что магистральные железнодорожные перевозки выполняются под воздействием шума интенсивностью от  $78 \pm 5$  дБА до  $104 \pm 4$  дБА (на отдельных участках). Эквивалентный уровень за смену составляет от 80 до 87 дБА. Для оценки риска здоровью работающих использовали результаты расчетов в соответствии с МР № 2908-82 «Дозная оценка производственных шумов» [140]. Проведен расчет допустимого безвредного для здоровья стажа при различных уровнях дозы шума для РЛБ. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью РЛБ от уровня интенсивности шума представлена на рисунке 4.1 (А).

Шум и вибрация относятся к одной группе неблагоприятных факторов физической природы, поэтому для расчета использован тот же метод «дозной» нагрузки. Результаты установленной зависимости представлены на рисунке 4.1 (Б).

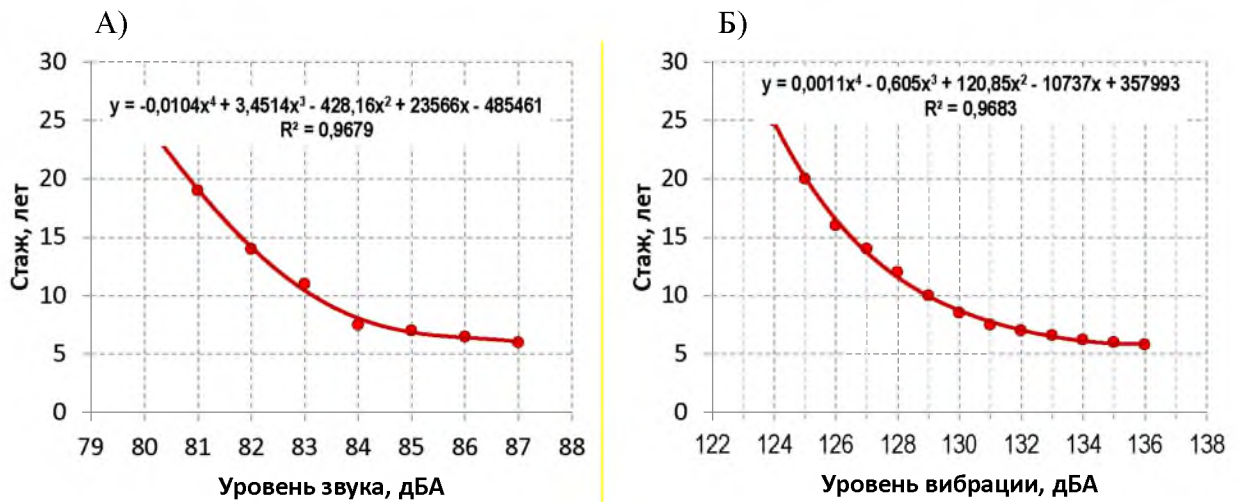


Рисунок 4.1 – Зависимость продолжительности безопасного рабочего стажа от уровня шума (А), от уровня общей вибрации (Б)

В условиях сочетанного воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса время контакта с вредными факторами подлежит корректировке. Откорректированный период продолжительности трудового процесса в условиях, характерных для РЛБМД, позволит создать условия, согласно специальной оценке рабочих мест, соответствующей классу «допустимые». В этих условиях требования, предъявляемые к охране труда и промышленной безопасности [45], будут соблюдены.

В настоящий период состояния локомотивов виброакустические факторы и напряженность трудового процесса относятся к группе «неустраняемых».

Мероприятия, направленные на обеспечение гигиенической безвредности условий труда, могут быть связаны только с уменьшением времени контакта (согласно теории расчета риск-экспозиции). В настоящее время принятие решения о сокращении продолжительности рабочей недели при работе в неблагоприятных условиях актуально.

Биологический фактор (ранее не идентифицированный у РЛБМД) относится к группе устранимых, нуждающихся в разработке способов снижения или ликвидации его воздействия.

## **4.2 Обоснование мероприятий, направленных на обеспечение эпидемиологической безопасности условий труда за счет внедрения установок обеззараживания воздуха в подвижном составе железнодорожного транспорта**

Транспорт является местом сосредоточения людей, в том числе в период эпидемического подъема страдающих заболеваниями или находящихся в стадии инкубационного периода. РЛБ с высокой долей вероятности подвергаются воздействию возбудителей инфекционных заболеваний.

Анализ литературных данных [141-143] свидетельствует, что почти 62 - 80% случаев инфекционных заболеваний приходится на воздушно-капельные инфекции. В группе инфекций, передающихся воздушно-капельным путем, 95% занимают болезни, недостаточно эффективно поддающиеся воздействию средств специфической профилактики, в том числе грипп и особенно острые респираторные вирусные инфекции в результате постоянных мутаций. Распространение коронавирусной инфекции привело к развитию глобального кризиса, перегрузке национальных систем здравоохранения и серьезным экономическим последствиям. Обратной стороной мер по сдерживанию инфекции стало, в частности, кардинальное изменение транспортной активности. Разработка эффективных способов предупреждения возникновения и распространения инфекционных заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем, не управляемых средствами специфической профилактики, а также сохранение здоровья работников локомотивных бригад становится важным.

Положения об обязательности проведения профилактических противоэпидемических мероприятий на транспортных средствах, а также на объектах транспортной инфраструктуры зафиксированы в нормативных правовых актах [144-153].

В настоящее время в мировой и отечественной практике применяются различные методы дезинфекции и типы дезинфицирующих средств, имеющие свои особенности: различную эпидемиологическую эффективность, коррозионность и экологичность [154-162]. В целях снижения вероятности распространения инфекции

для профилактики заболеваний РЛБ необходима разработка новых научно обоснованных подходов к проведению профилактической дезинфекции на объектах транспортной инфраструктуры эффективными и безопасными методами.

#### **4.2.1 Определение и анализ распространения биологического загрязнения воздуха рабочей зоны в кабине локомотива**

В руководствах США и Европы [162,164,165]: для общего микробного числа в воздушной среде принят диапазон 100–1000 КОЕ/м<sup>3</sup>. При количестве КОЕ/м<sup>3</sup> менее 100 – уровень обсемененности считается низким, от 100 до 1000 – средним (но инфицирующим), уровень более 1000 – высоким (гарантировано инфицирующим) [162,164,165].

Изучение динамики распространения воздушных потоков при естественных реакциях человека, таких как кашель, ранее изучалось зарубежными специалистами с помощью не инвазивной теневой визуализации [165,166]. В результате исследования было установлено, что частицы слюны подхватываются воздушными потоками при кашле/чихании и движутся по той же траектории.

В настоящее время более прогрессивным вариантом визуализации воздушных потоков является применение математических исследований, газодинамических расчетов, с использованием твердотельных трехмерных моделей.

Траектории потоков воздуха от дыхания человека в кабине транспортного средства рассчитаны с учётом влияния вентиляции.

Для проведения расчетов приняты следующие условия. За каждую секунду речи человек создает в среднем 2500 капель диаметром 10–20 мкм. Около 40 % этих капель содержат вирусные частицы и могут быть опасны для окружающих человека людей. Скорость оседания капли на поверхность зависит от ее размера и содержания нелетучих веществ (например, белков, сахаров, ДНК) [167, 168]. Частица размером 50 мкм имеет скорость падения 7 см/с, размером до 10 мкм – 0,35 см/с, средняя скорость падения крупной частицы 4 мкм — 0,06 см/с, не исключен процесс ресуспендирования. Средняя вирусная нагрузка одного миллилитра слю-



ны составляет 7 миллионов частиц. Вероятность того, что в капле диаметром 50 мкм содержится хотя бы одна вирусная частица – 37 %; для частиц диаметром 10 мкм вероятность снижается до 0,4 %. Одна фраза сопровождается выбросом 2,5 тыс. капель. Крупные капли оседают в течение 8 минут, мелкие находятся в воздухе до 14 минут [166-170].

Дополнительные данные для расчета [168 - 171]: при спокойном дыхании выделяется 50 капель слюны. При разговоре выделяется 120 капель. Размер капель: больше 60 мкм – 50%, 20–60 мкм – 30%, меньше 20 мкм – 20%. Скорость потока воздуха «в ноздре» по гигиеническим нормам составляет 1,25 м/с. При кашле выделяется ориентировочно 3 000 частиц со скоростью 80 км/час, при чихании – 30 000 со скоростью 300 км/час. 10-ти минутный разговор с человеком приводит к появлению невидимого «облака» из приблизительно 6000 условных аэрозольных частиц [168 - 171].

Настоящий раздел исследования выполнен в программном комплексе SolidWorks, использован модуль FlowSimulation [172]. Метод cfd-анализа заключается в разработке расчетной модели испытуемого объекта и реализуется делением вычислительной области на ячейки, где моделируется поток, и в каждой численно решается система нелинейных уравнений Навье-Стокса:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} + \rho w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] \\ \rho \frac{\partial v}{\partial t} + \rho u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho v \frac{\partial v}{\partial y} + \rho w \frac{\partial v}{\partial z} &= -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] \\ \rho \frac{\partial w}{\partial t} + \rho u \frac{\partial w}{\partial x} + \rho v \frac{\partial w}{\partial y} + \rho w \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] \end{aligned} \quad (4.1)$$

Также должно выполняться условие неразрывности потока:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \quad (4.2)$$

$$p = \rho RT$$

$u, v, w$  – компоненты вектора скорости (по осям  $x, y, z$ );  $p$  – давление;  $t$  – время;  $\mu$  – динамический коэффициент вязкости для воздуха;  $\rho$  – плотность;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – температура.

При решении системы уравнений Навье-Стокса применяются численные методы, в частности, вводятся модели турбулентности. Для данной задачи используется модель “ $k-\varepsilon$ ”, так как она удовлетворительно описывает сдвиговые течения на удалении от стенки модели.

Для дискретизации пространства в расчётной области, ограниченной стенками кабины, применен метод конечных объемов, а именно Finite Element based Finite Volume Method, когда решение вычисляется в узлах, а контрольные объемы формируются вокруг них. Для процедуры дискретизации используются стандартные действия разбивки на конечные элементы, ячейки стыкуются гранями, что называется расчетной сеткой. В данном исследовании сетка реализована прямоугольниками, количество ячеек – 418905.

При исследовании разработана упрощенная модель кабины на основе существующей модели электровоза ВЛ60 (рисунок 4.2).

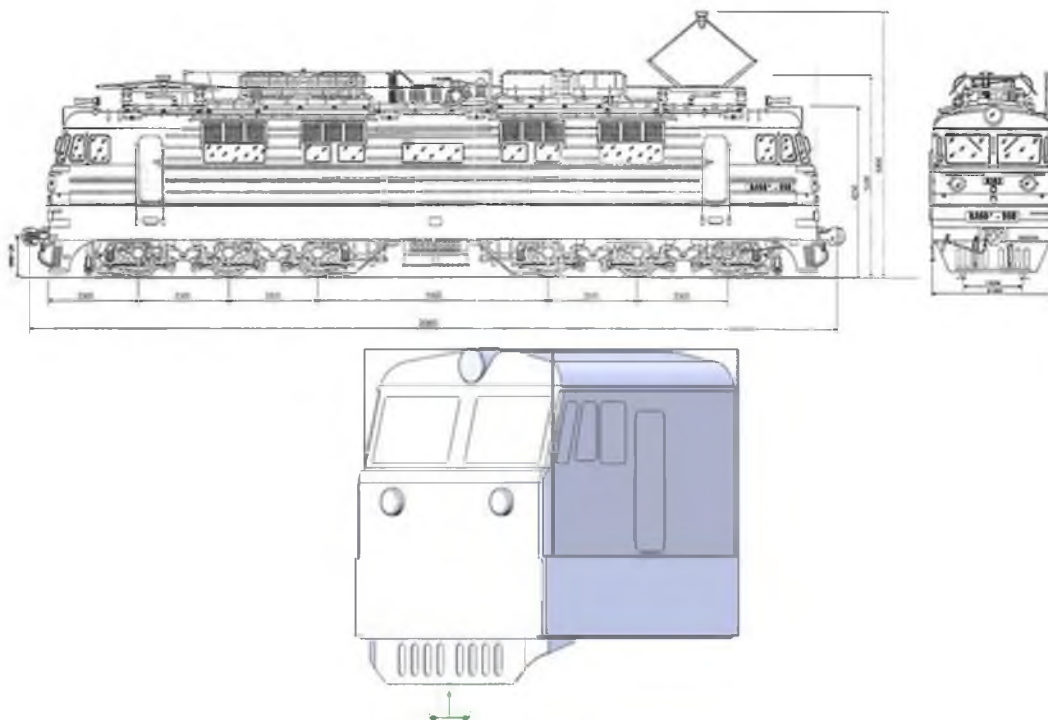


Рисунок 4.2 – электровоз ВЛ60 (сверху), редуцированная модель кабины машиниста (снизу)

Пульты управления, кресла и внутреннее пространство выполнено также упрощенно с учетом эргономической схемы (рисунок 4.3).

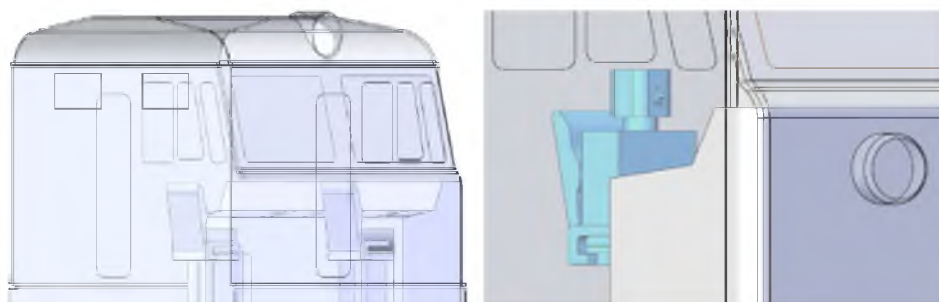


Рисунок 4.3 – Упрощенное исполнение внутреннего пространства кабины и машиниста локомотива

Машинист и помощник машиниста в расчете представлены схематично с учетом пропорции человеческого тела и расположения плоскости ноздрей  $30^\circ$  к плоскости лица и их среднего размеров (рисунок 4.3).

Входные данные для расчетов представлены в таблице 4.1 при различных режимах расчета, данные приняты в соответствии с нормами по проектированию [173, 174].

Таблица 4.1 – Входные параметры для проектирования распространения потоков воздуха в кабине локомотива для различных режимов

Параметр	Режимы				
	Естественное дыхание	Кашель с открытым ртом	Кашель в рукав	Чихание с открытым ртом	Чихание в рукав
Температура окружающей среды, °С	20±2	20±2	20±2	20±2	20±2
Давление потоков воздуха вентиляции на выходе, Па	101325	101325	101325	101325	101325
Скорость потока из вентиляционного отверстия, м/с	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Скорость воздушного потока при дыхании, м/с	5	10	10	80	80
Размер частиц слюны, мкм	60	60	60	60	60
Расход частиц, количество капель	50	3000	3000	30000	30000

Первый расчет учитывает естественный выдох через нос, скорость дыхания 18 км/ч. На рисунке 4.4 представлены эпюры распределения воздушных потоков, указывающих скорость течения.

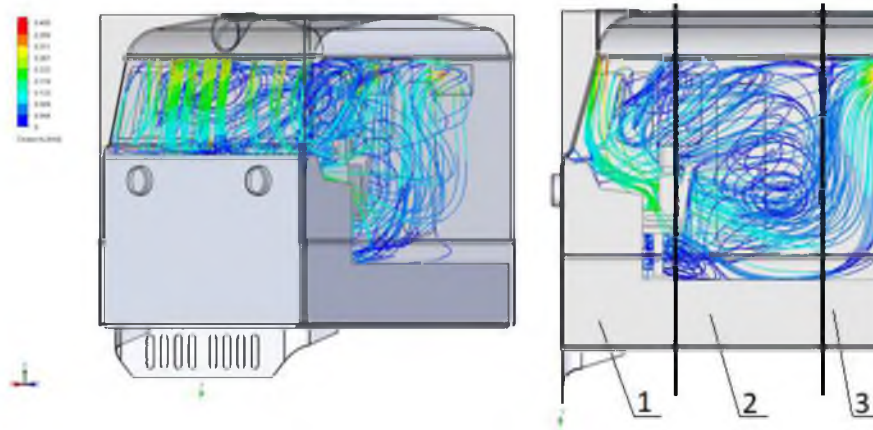


Рисунок 4.4 – Траектории воздушных потоков, визуализирующих скорость течения

На рисунке справа указаны три зоны с характерным поведением потока. Зона 1 – это вход воздуха через вентиляционное отверстие с последующим смешением потоков из носовых отверстий схематичных машинистов. Зона 2 – средняя зона с завихрением потока, вызванного отражением потоков от стенок кабины, с практически нулевой скоростью течения воздуха. Зона 3 – выход воздуха через второе вентиляционное отверстие. Также наглядно демонстрирует картину движения воздушных потоков секущая плоскость, проходящая через модель человека, на рисунке 4.5.

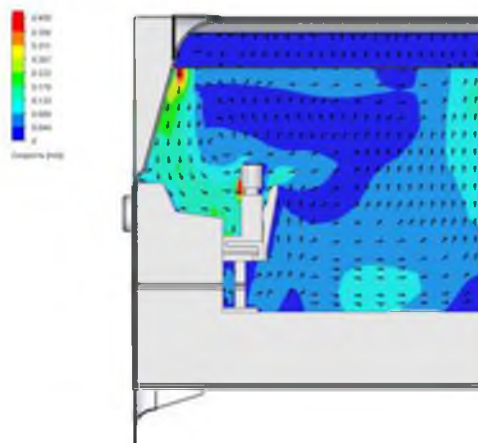


Рисунок 4.5 – Секущая плоскость распределения эпюры скорости

На рисунке 4.6 показаны траектории потоков воздуха от дыхания человека в кабине машиниста с учётом влияния вентиляции.

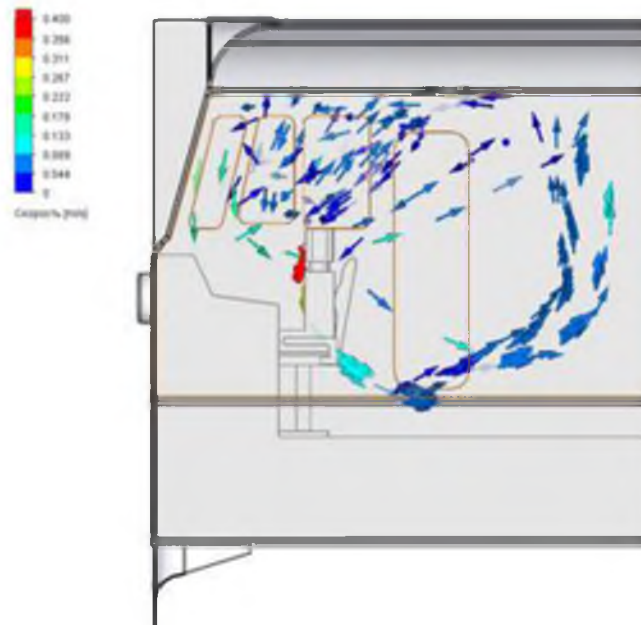


Рисунок 4.6 – Траектории потоков воздуха от дыхания человека в кабине машиниста с учётом влияния вентиляции

Скорость потока выдоха падает достаточно быстро, уже на расстоянии 210 мм от пола значение снижается до окружающей скорости воздуха – около 0,1 м/с.

Входной параметр расчёта движения частиц диаметром 60 мкм рассчитывались через массовый расход по формуле (4.3):

$$Q_m = \rho v S, \quad (4.3)$$

где  $\rho$  – плотность слюны (1,1 г/мл),  $v$  – средняя скорость потока (5 м/с, 10 м/с, 80 м/с),  $S$  – площадь сечения потока (400 мм<sup>2</sup>).

На рисунке 4.7 представлена визуализация распределения частиц по объёму кабины машиниста при естественном выдохе.

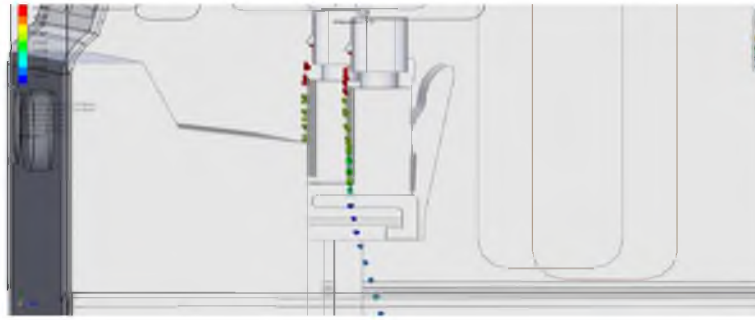


Рисунок 4.7 – Траектории движения частиц слюны при естественном выдохе

Эпюра наглядно демонстрирует движение частиц в воздушном потоке. Анализ эпюры позволяет сделать вывод, что во избежание передачи инфекции при естественном дыхании достаточно обеззараживать напольные поверхности, а также сидения кресел.

Режимы чихания и кашля «в рукав» и «без препятствия» проводились на одной расчётной модели с разной геометрией. Одна модель машиниста с моделированием открытого рта, а вторая с препятствием в виде усеченного конуса, имитирующего руку человека. Результаты расчетов этих вариантов позволили установить картину распространения траекторий воздушных потоков.

Полученные данные демонстрируют перенаправление воздушного потока при использовании схемы «в рукав» без учета угла наклона головы (рисунок 4.8).

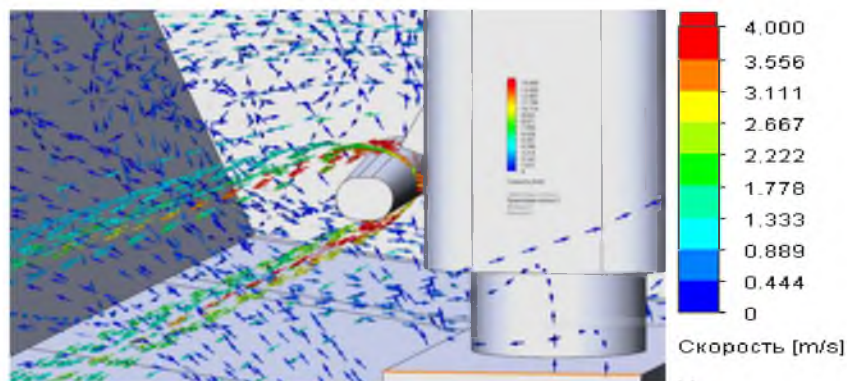


Рисунок 4.8 – «Омывание» потоком воздуха рукава человека при кашле

Эпюры распространения воздушных потоков при кашле/чихании в режиме «без препятствия» демонстрируют высокую скорость, но значительно меньший объем распространения частиц по кабине, максимальная скорость частиц составляет: в пределах 46 м/с при чихании на расстоянии 15–20 мм, при этом скорость



падает до 5–6 м/с – при схеме «без препятствия» и до 3–2,2 м/с при чихании «в рукав», на расстоянии 790 мм от источника.

При кашле/чихании «в рукав» поведение воздушных траекторий становится хаотичным, появляются значительные области завихрения в зоне 2, однако, при чихании также в зоне 1 (рисунок 4.9).

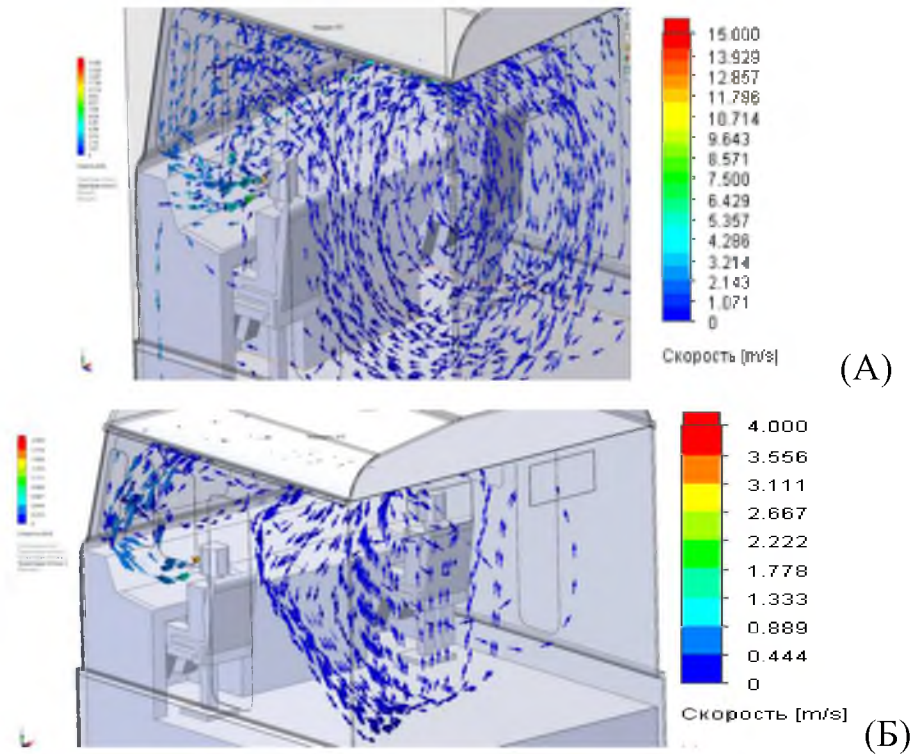


Рисунок 4.9 – Распространение потоков при чихании в рукав (А) / кашле (Б)

Основное количество траекторий со скоростями больше 1 м/с сосредоточено в области пультов управления, при отражении потока о панель информации скорость стремительно падает. Скорости в зонах завихрения приближаются к нулю в обоих вариантах. Частицы теряют скорость с воздушным потоком, одновременно оседая на приборной панели и отражаясь от нее. Представляет интерес, что при использовании препятствия в виде рукава частицы подвержены большему увлечению вентиляционным потоком, так как их скорость гораздо ниже, чем скорость частиц при расчете «без рукава» (рисунок 4.10).

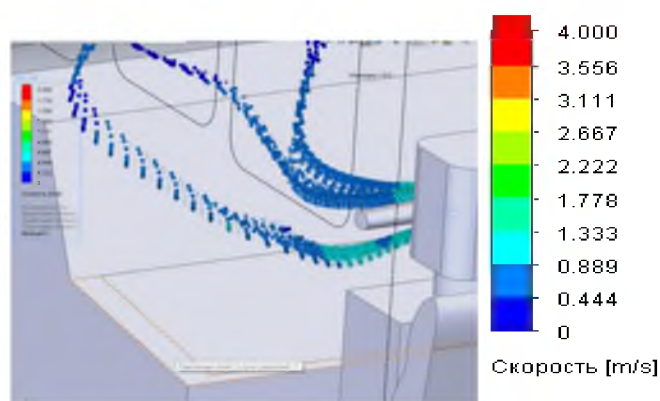


Рисунок 4.10 – Движение частиц потоком, исходящим из вентиляции кабины (кашель)

В случае варианта чихания в рукав входная скорость потока значительно увеличена: с 10 м/с до 80 м/с, и частицы разделяются на два основных потока (рисунок 4.11).

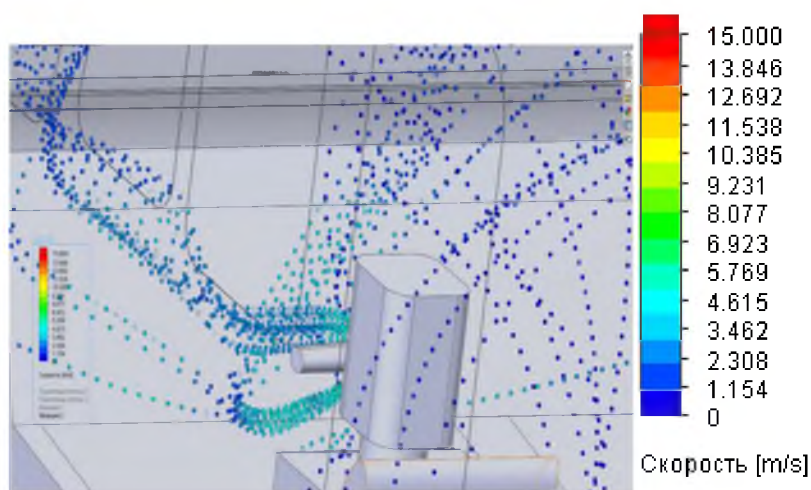


Рисунок 4.11 – Распространение частиц при чихании в рукав

В связи с тем, что скорость аэрозоля при чихании значительно выше, чем при кашле, следовательно, скорости естественной вентиляции недостаточно для смещения потока. Данное предположение подтверждается серией расчетов в схеме с открытым ртом. Расчеты проводились со скоростью 10 м/с, 60 м/с, 80 м/с и 90 м/с. Установлено, что сужается площадь оседания частиц, но увеличивается их концентрация.

Принимая во внимание полученные поля распределения частиц, наиболее уязвимым местом становится информационная панель (рисунок 4.12). Средняя площадь распространения каждого очага частиц около  $1200 \text{ мм}^2$ .



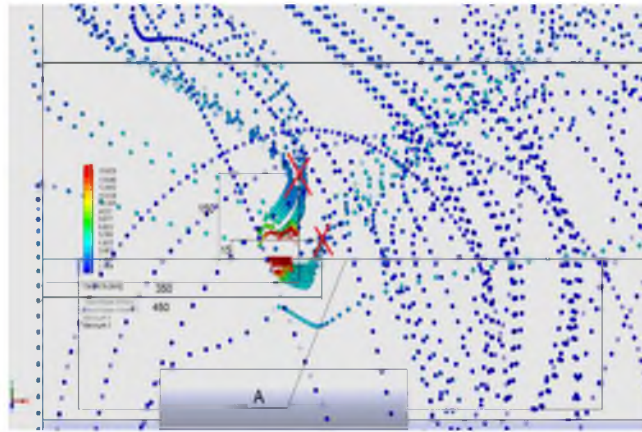


Рисунок 4.12 – Предположительные места установки приборов обеззараживания воздуха (взгляд сверху, перпендикулярно информационной панели),  
А – кромка между информационной панелью и пультом.

#### **4.2.2 Обоснование выбора безопасных ультрафиолетовых излучателей для обеззараживания воздуха рабочей зоны в кабинах локомотива**

Исследования эффективности обеззараживания проведено аттестованной лабораторией в условиях эксплуатации локомотива. Принимая во внимание полученные поля распределения частиц, наиболее уязвимым местом становится информационная панель транспортного средства.

Приборы для обеззараживания воздуха в кабине локомотива целесообразно расположить на уровне информационной панели с левой стороны или непосредственно по центру. Максимальная скорость частиц, поступающих к информационной панели, равна 2,2–3 м/с. Эти данные должны служить основанием для выбора технических характеристик прибора для обеззараживания воздуха.

Осевшие на поверхность капли высыхают и образуются мелкодисперсные и пылевые аэрозоли. В этой стадии частицы имеют наименьшие размеры, легко перемещаются потоками воздуха, длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии. При этом скорость их перемещения превышает 30 см/с, поэтому они могут рассеиваться на большие расстояния.

Снижение риска распространения инфекционных заболеваний достигается в таком случае обеззараживанием воздуха и эффективной вентиляцией, в процессе

которой из кабины постоянно отводится достаточное количество потенциально зараженного воздуха и подается необходимое количество наружного безопасного в микробиологическом отношении воздуха. На сегодняшний день к применению на транспорте в России допущены только УФ технологии физической дезинфекции [175 -181].

Условием обеспечения эпидемиологической безопасности воздушной среды кабины локомотива является его оснащение установками рециркуляционного воздуха в системе вентиляции и кондиционирования или установкой УФ обеззараживания в ранее идентифицированных зонах.

Решение этой задачи должно проводиться исходя из соображений обеспечения требуемого уровня биологической безопасности с отнесением кабин транспортных средств к помещениям класса чистоты (В) «Условно чистые» согласно ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Эффективность инактивации микроорганизмов и вирусов в воздушном потоке должна составлять не менее 95%. Объем рециркуляционного воздуха должен составлять не более 70%. Количество приточного воздуха на 1 человека должно составлять не менее 20 м<sup>3</sup>/час [181]. Сравнительная характеристика различных методов обеззараживания воздушной среды представлена в таблице 4.2.

Сравнительный анализ позволил установить, что наиболее безопасным и эффективным методом дезинфекции воздушной среды транспортных средств является применение закрытых установок УФ излучения, которые обеспечивают инактивацию патогенных и потенциально патогенных микроорганизмов. Принципиальным отличием метода является одновременное обеспечение высокой эффективности дезинфекции и удовлетворение всем требованиям безопасности (химической, экологической, пожарной, электрической и др.), а также возможности использования метода в присутствии людей (установки закрытого типа). Анализ нормативно-технической документации показал, что УФ облучатели – единственный на сегодняшний день тип дезинфекционного оборудования, удовлетворяющий требованиям отечественного законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия.

Таблица 4.2 – Сравнительная характеристика различных методов обеззараживания воздушной среды

Параметры	Фотокаталитические воздухоочистители	Ионные электростатические воздухоочистители	Закрытые УФ-облучатели	Открытые УФ-лампы	Импульсные ксеноновые УФ-облучатели	Аэрозольные генераторы	Озоновые генераторы
Назначение	Очистка и обеззараживание воздуха	Очистка и обеззараживание воздуха	Обеззараживание воздуха	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей	Обеззараживание воздуха и поверхностей
Эффективность метода в отношении: бактерий и вирусов	Эффективен	Ограниченно эффективен против вирусов	Эффективен. Высокая способность к инаktivации вирусов	Эффективен. Высокая способность к инаktivации вирусов	Эффективен	Эффективен	Эффективен
Плесневые и дрожжевые грибы	Не действует	Уничтожает	Эффективность зависит от дозы облучения	Эффективность зависит от дозы облучения	Не действует	Уничтожает	Уничтожает
Возможность использования в системе вентиляции	Возможно	Возможность ограничена из-за высоких потерь напора	Возможно	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Режим работы	Непрерывный, в присутствии людей	Непрерывный, в присутствии людей	Непрерывный, в присутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей	В отсутствии людей
Использование в транспортных средствах	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Применение возможно	Применение возможно	Нет	Применение возможно	Сведения отсутствуют
Соответствие Р 3.5/2.5.0226-20	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Соответствует	Соответствует	Сведения отсутствуют	Соответствует	Сведения отсутствуют
Обеспечение пром. безопасности	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Обеспечивается	Обеспечивается	Сведения отсутствуют	В зависимости от типа применяемого дезинфектанта и устройства установки.	Сведения отсутствуют
Соответствие ЕСЭГТ от 28.05.2010 № 299).	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Соответствует	Соответствует	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют
Контролируемая эффективность обеззараживания не менее 99,99%.	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Соответствует	Соответствует	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют
В процессе эксплуатации на транспортном средстве, эффективность не менее 95%.	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Обеспечивается	Обеспечивается	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют	Сведения отсутствуют

Эффективность системы вентиляции и кондиционирования воздуха с модулем УФ обеззараживания изучена натурными испытаниями в условиях эксплуатации.

Результаты определения динамики изменения концентрации гемолитической микрофлоры в воздушной среде представлены на рисунке 4.13.

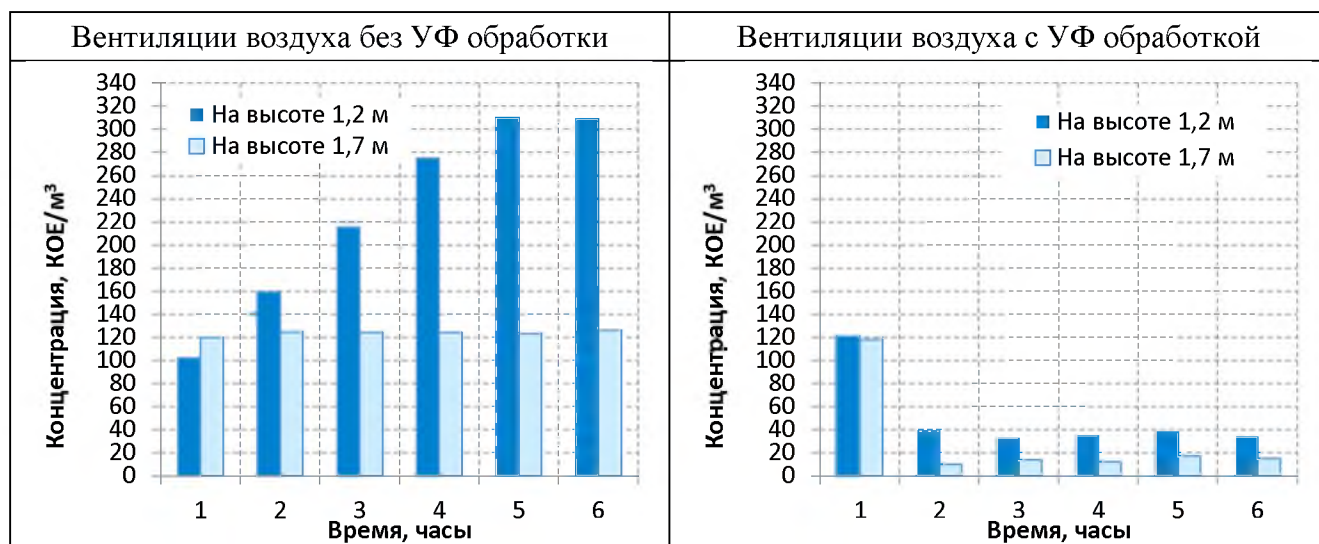


Рисунок 4.13 – Динамика изменения концентрации колониеобразующих единиц в воздушной среде в условиях эксплуатации транспортного средства

Поскольку чувствительность большинства вирусов к УФ облучению примерно равна чувствительности гемолитической микрофлоры [182], полученные результаты косвенно подтверждают эффективность данной технологии в целях предотвращения распространения инфекций как бактериальной, так и вирусной природы.

Формирование зоны заражения при нахождении инфицированного человека в кабине транспортного средства в значительной степени зависит от продолжительности его нахождения, интенсивности дыхания и использования им средств индивидуальной защиты.

Условия снижения риска распространения инфекционных заболеваний работников локомотивных бригад имеют ряд особенностей. Работник с ярко выраженными симптомами респираторных заболеваний отстраняется от рейса. Таким образом исключается один из источников заражения – чихание и кашель больного человека.

Однако другим ключевым фактором, приводящим к распространению респираторных инфекционных заболеваний, является аэрозольная передача вирусов. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что вирусы распространяются в аэрозолях, выделяемых «заразными» бессимптомными носителями при дыхании и разговоре.

Для оценки условий безопасного пребывания в кабине транспортного средства принимаются следующие исходные данные:

- объем кабины транспортного средства – 10–15 м<sup>3</sup>;
- количество персонала – 2;
- объем свежего воздуха, подаваемого в кабину, – 25–30 м<sup>3</sup>/час на человека.

На рисунке 4.14 показаны графики снижения обсемененности воздушной среды помещения в течение 10 минут при различных режимах воздухообмена:

- только за счет гравитационного осаждения аэрозолей;
- только за счет вентиляции;
- за счет совместного использования вентиляции и рециркуляции при условии размещения в системе рециркуляции установок обеззараживания воздуха (УОВ).

Величина КР (кратность) означает отношение производительности системы вентиляции или кондиционирования (м<sup>3</sup>/час) к объему помещения (м<sup>3</sup>).

Из графика видно, что применяемая в кабинах машинистов вентиляция снижает в воздухе рабочей зоны количество микроорганизмов, но не более чем до 40% от величины показателя риска распространения инфекционных заболеваний. Снижение концентрации микроорганизмов за счет осаждения превосходит снижение концентрации микроорганизмов за счет вентиляции.

В то же время, совместное использование вентиляции и рециркуляции при условии размещения УОВ приводит к снижению количества микроорганизмов, превышающего 95%, уже через 5 минут.

Как следствие, значительно увеличивается время относительно безопасного нахождения персонала в кабине транспортного средства в присутствии бессимптомного больного.

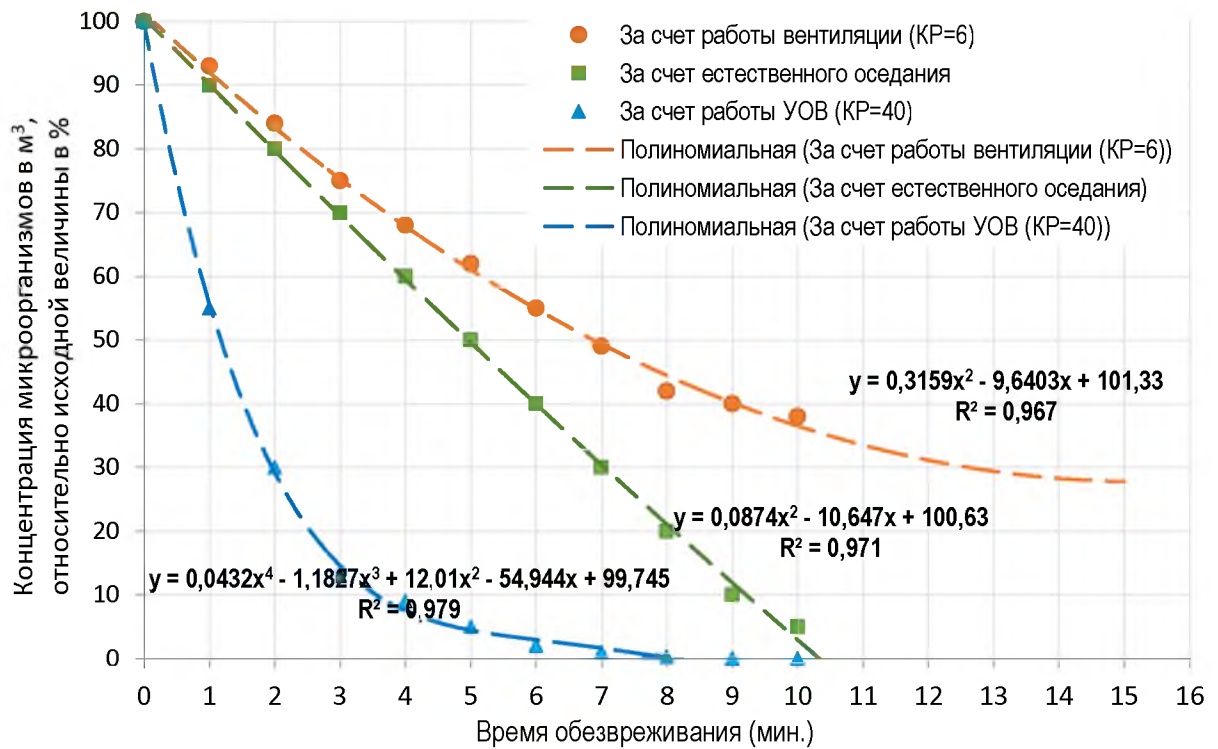


Рисунок 4.14 – Зависимость концентрации микроорганизмов в воздушной среде от режима воздухообмена и времени обезвреживания (мин.) (исходные значения, уравнения регрессии и экстраполяция)

Для вычисления времени достижения 1% от исходной концентрации проведены следующие расчеты.

Для ситуации «за счет работы вентиляции»:

Дискриминант уравнения  $y = 0,3159x^2 - 9,6403x + 101,33$  меньше 0 ( $D = -33,841$ ), уравнение не имеет действительных решений (рисунок 4.14 – модельная кривая никогда не достигнет значения 1). Точкой минимума параболы (4.14) является значение  $x_{\min} = 15,26$  (мин.), в которой  $y_{\min} = 27,8$  (%).

Расчет для ситуации «за счет естественного оседания».

Взаимосвязь моделируется полиномом 2-й степени ( $R^2 = 0,971$ ):

$$y = 0,0874x^2 - 10,647x + 100,63 \quad (4.8)$$

$$1 = 0,0874x^2 - 10,647x + 100,63 \quad (4.9)$$

$$0,0874x^2 - 10,647x + 99,63 = 0 \quad (4.10)$$

$$x_1 = 10,647 - \sqrt{78,528 \cdot (0,0874)} = 53235874 - 45874\sqrt{969481} \approx 10,21 \quad (4.11)$$

Концентрация микроорганизмов в м<sup>3</sup>, равная 1% относительно исходной величины, за счет естественного оседания будет достигнута через 10,2 мин.

Для ситуации «за счет работы УОВ».

Взаимосвязь с высокой точностью ( $R^2 = 0,979$ ) моделируется полиномом 4-й степени:

$$y = 0,0432x^4 - 1,1827x^3 + 12,01x^2 - 54,944x + 99,745 \quad (4.12)$$

$$1 = 0,0432x^4 - 1,1827x^3 + 12,01x^2 - 54,944x + 99,745 \quad (4.13)$$

$$0,0432x^4 - 1,1827x^3 + 12,01x^2 - 54,944x + 98,745 = 0 \quad (4.14)$$

Это уравнение имеет 2 действительных корня и 2 – комплексных:

$$x_1 = 10,11; x_2 = 7,48; x_{3,4} = 4,90 \pm 2i.$$

Таким образом, за счет работы УОВ концентрация микроорганизмов в м<sup>3</sup>, равная 1% относительно исходной величины, будет достигнута через 7,5 мин.

На рисунке 4.15 показаны зависимости вероятности получения инфицирующей дозы носителей коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 от времени пребывания в присутствии бессимптомного больного в зависимости от режима воздухообмена в кабине транспортного средства (Для заражения достаточно около 1 000 единиц коронавирусной инфекции).

Из графика видно, что 50% вероятность получения инфицирующей дозы достигается:

- в присутствии только вентиляции – в течение 60 минут;
- в присутствии вентиляции и установки обеззараживания воздуха (УОВ), установленной в системе рециркуляции – не достигается даже через 6 часов.



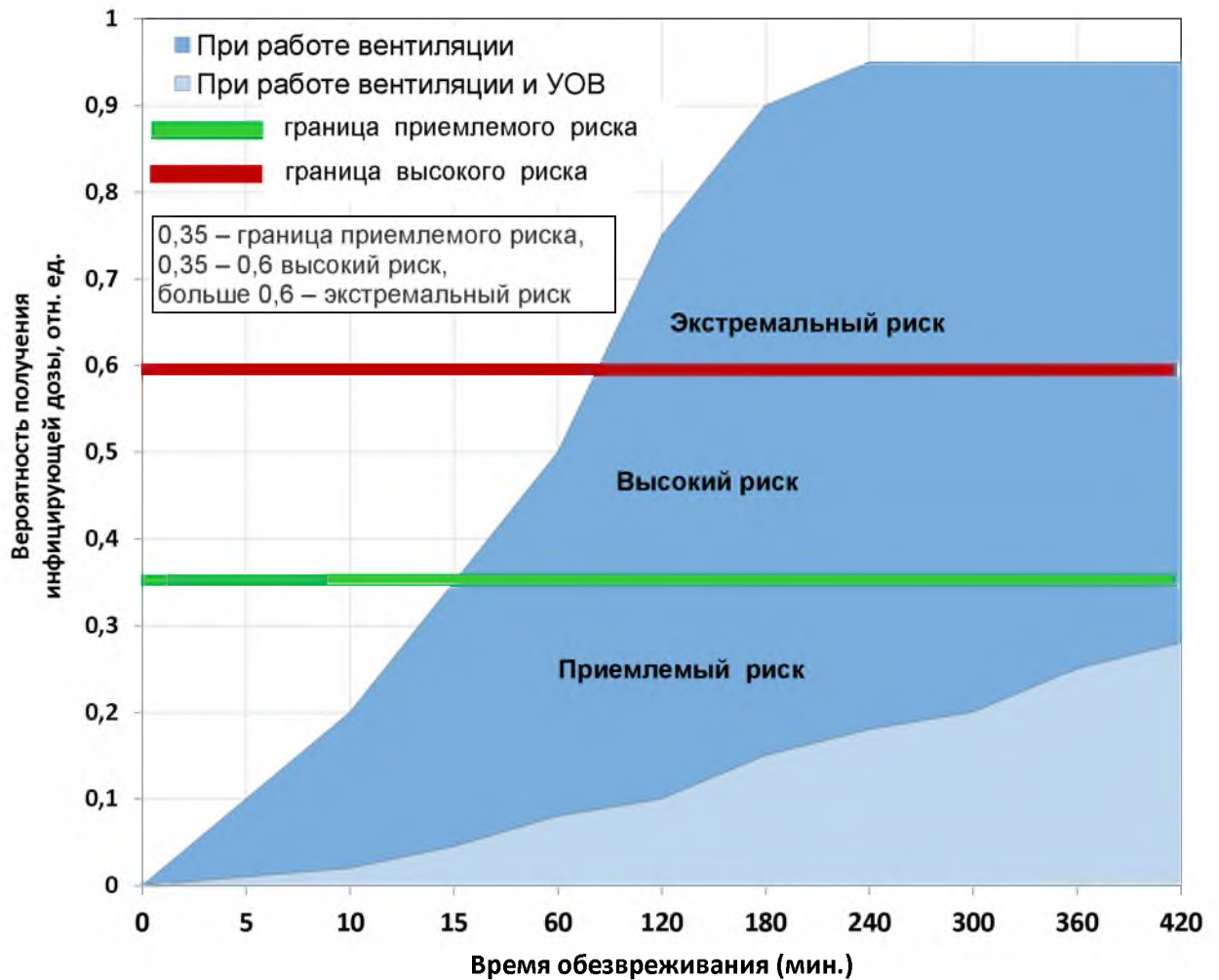


Рисунок 4.15 – Динамика вероятности получения инфицирующей дозы в зависимости от способа обработки воздуха рабочей зоны

Таким образом, оснащение систем кондиционирования кабин транспортных средств установками обеззараживания, в связи с высокой производительностью таких систем, позволяет обеспечить безопасное пребывание персонала кабин транспортных средств в присутствии бессимптомного больного в течение 8 часов и более.

Снижение микробной и вирусной обсемененности воздуха рабочей зоны гарантированно снизит интенсивность воздействия биологического фактора, практически не учитываемого при оценке качества рабочих мест машинистов локомотивных бригад. Снижение интенсивности воздействия позволит уменьшить величину показателя риска сезонной эпидемической заболеваемости, ЗВУТ и, как следствие, уменьшит скорость формирования производственно-обусловленной и профессиональной патологии за счет отсутствия негативного



влияния на неспецифическую резистентность и предотвращения ослабления организма работающих вследствие заболеваний гриппом и ОРВИ.

В качестве исходных данных для выбора определены нормируемые санитарно-микробиологические показатели обеззараженного воздуха:

– общее микробное число микроорганизмов (ОМЧ) в воздухе должно составлять не более  $2,0 \times 10^3$  КОЕ/м<sup>3</sup>;

– количество гемолитической кокковой флоры не должно превышать 3% по отношению к ОМЧ;

– в нормируемом объеме воздуха должны отсутствовать патогенные микроорганизмы, передающиеся воздушно-капельным путём.

УОВ не должны выделять в воздушную среду салона (кабины) транспортного средства озон и другие вредные химические вещества в концентрациях, превышающих среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

При применении УОВ на основе ультрафиолетового (далее – УФ) излучения в воздухе салона (кабины) транспортного средства не должны обнаруживаться пары ртути в концентрациях, превышающих среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Таким образом, ультрафиолетовые лампы, применяемые в УОВ, должны быть в безозоновом исполнении и содержать ртуть в связанном состоянии (амальгама).

При применении УОВ на основе ультрафиолетового бактерицидного облучения воздушной среды мощность ультрафиолетового излучения и количество ламп должно определяться в соответствии с Руководством [162]; Р 3.5.1904-04 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях», исходя из реальных условий эксплуатации (температура окружающей среды, скорость обдува) [162].

Электромагнитное излучение (УФ, UV), находится в диапазоне между видимым и рентгеновским излучением и характеризуется длиной волны 380 — 10 нм,  $7,9 \times 10^{14}$  —  $3 \times 10^{16}$  Гц.

Биологические эффекты в различных диапазонах различны. УФ источники излучения, как правило, имеют селективный спектр, рассчитанный на достижение максимально возможного эффекта. Эксплуатация установок должна осуществляться с учетом требований стандарта СТЭС и ГОСТ [183] 62471-2013 «Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем» [181]. Ультрафиолетовые лампы разрешены к использованию для обеззараживания воздуха помещений. У излучения УФ диапазона имеется 2 пика, которые характеризуются выраженным бактерицидным эффектом. Один из этих пиков находится в районе излучения с длиной волны равной 185 нм, а второй — 265 нм. Известно, что излучение с длиной волны 185 нм, под действием которого кислород воздуха преобразуется в озон, формирует дополнительное загрязнение воздуха рабочей зоны. Излучение с длиной волны 260 нм таким негативным эффектом не обладает.

УФ-излучение, имеющее бактерицидную длину волны 260 нм, или волну близкую к этим значениям, проникает сквозь стенку клетки микроорганизма и поглощается ДНК, называемой генетической цепочкой микроорганизма, в результате чего процесс воспроизводства микроорганизма прекращается. Следовательно, выбор должен быть сделан в пользу закрытых ламп низкого давления с длиной волны 254–265 нм.

#### **4.3 Социально-экономическая эффективность мероприятий по охране труда работников локомотивных бригад**

Как указывалось в главе 3, в настоящее время существует реальный риск ежегодного формирования 225 случаев онкологической патологии у работников локомотивных бригад. Внедрение мероприятий по уплотнению окон кабины локомотива позволит сократить риск на 35 случаев онкологической патологии ежегодно (15%). Электрификация железных дорог позволит снизить риск патологии до приемлемых величин  $10^{-5}$  (предотвратить ежегодно до 225 случаев онкологического заболевания).

Использование закрытых ламп низкого давления с длиной волны 254–265 нм для обеззараживания воздуха рабочей зоны в период эпидемий позволит снизить ЗВУТ за счет гриппа и ОРВИ на 12 %. ССС –7%

Определение социально-экономической эффективности от внедрения мероприятий проведено с использованием данных [182 – 184]. Результаты приведены в таблицах 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3 – Показатели социально-экономической эффективности от внедрения мероприятий (млн рублей ежегодно)

Показатель	Затраты и потери		Снижение затрат и потерь	
	Онкологическая	Сердечно-сосудистая система	Онкологическая	Сердечно-сосудистая система
Прямые медицинские затраты	48,57	186,9	- 7,28	- 13,08
Выплаты пособий по ВУТ	3,20	12,32	- 0,48	- 0,86
Выплаты пенсий по инвалидности	5,44	20,94	- 0,82	- 1,46
Прямые затраты по графе Всего	57,21	220,16	- 8,58	- 15,40
Потери ВВП в связи с инвалидностью	1,23	4,73	- 0,18	- 0,33
Потери ВВП от преждевременной смертности	38,93	159,34	- 5,83	- 11,15
Всего затраты и потери	97,37	379,5	- 14,59	- 26,88

Таблица 4.4 – Показатели социально-экономической эффективности от внедрения мероприятий (млн рублей ежегодно) по показателю ЗВУТ

Показатель	Затраты и потери	Снижение затрат и потерь
Экономические затраты на лечение в стационаре	15,4	- 1,84
Экономические затраты на лечение в амбулаторно-поликлинической сети	109,9	- 13,19
Экономические потери от выплат по ВУТ за счет работодателя	42,5	- 5,10
Экономические потери от выплат по ВУТ за счет ФСС	1627,0	- 195,24
Всего затраты и потери	1794,8	- 216,08

Затраты и потери на оказание медицинской помощи, лечение, выплаты пособий по временной утрате трудоспособности и инвалидности при формировании онкологической патологии и патологии ССС составляют 476,87 миллионов рублей ежегодно. Затраты и потери при возникновении ЗВУТ (в расчете на 115000 РЛБ при уровне ЗВУТ 104,3 на 100 работающих) составляют 1794,8 миллионов рублей ежегодно.

Внедрение мероприятий по улучшению условий труда, а также замена локомотивов позволит снизить затраты и потери в связи с онкологической патологией на 14,59 миллионов рублей, сердечно-сосудистой патологией на 26,88 миллионов рублей и затраты и потери в связи с ЗВУТ на 216,08 миллионов рублей ежегодно.

#### **Выводы по главе 4**

1. В настоящий период развития железнодорожной отрасли виброакустические факторы и напряженность трудового процесса относятся к группе неустраняемых. Мероприятия, направленные на обеспечение гигиенической безвредности условий труда, могут быть связаны только с уменьшением времени контакта (согласно теории расчета риск-экспозиции). Биологический фактор (ранее не иден-

тифицированный у РЛБ) относится к группе устранимых, нуждающихся в разработке способов снижения или ликвидации его воздействия.

2. На основе полей распределения частиц слюны, полученных в результате расчета и визуализации, установлены места наибольшего их накопления, основным из которых является информационная панель кабины локомотива.

3. Применяемая в кабинах машинистов вентиляция практически не приводит к снижению риска распространения инфекционных заболеваний, поскольку снижение концентрации микроорганизмов за счет осаждения превосходит снижение концентрации микроорганизмов за счет вентиляции. В то же время, совместное использование вентиляции и рециркуляции при условии размещения установок обеззараживания воздуха приводит к снижению количества микроорганизмов, превышающее 95%, уже через 5 минут. 50% вероятность получения инфицирующей дозы в присутствии только вентиляции достигается через 60 минут. В присутствии вентиляции и установки обеззараживания воздуха (УОВ), установленной в системе рециркуляции – не достигается даже через 6 часов пребывания в кабине инфицированного человека.

4. Наиболее безопасным и эффективным методом дезинфекции воздушной среды кабины локомотива является применение закрытых установок УФ излучения, которые обеспечивают инактивацию патогенных и потенциально патогенных микроорганизмов. Метод обеспечивает высокую эффективность дезинфекции и удовлетворяет всем требованиям безопасности (химической, экологической, пожарной, электрической и др.), а также возможность использования метода в присутствии людей (установки закрытого типа). Применение излучения с длиной волны 260 нм не способствует загрязнению воздуха рабочей зоны озоном.

5. Внедрение мероприятий по улучшению условий труда, а также замена локомотивов позволит снизить затраты и потери в связи с онкологической патологией на 14,59 миллионов рублей, сердечно-сосудистой патологией на 26,88 миллионов рублей и затраты и потери в связи с ЗВУТ на 216,08 миллионов рублей ежегодно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований условий труда, изучения и сравнительного анализа причин и видов утраты профессиональной трудоспособности работников локомотивных бригад расширено представление о перечне факторов, влияющих на безопасность их производственной деятельности. В перечень подлежащих контролю в период эпидемиологического неблагополучия включен биологический фактор. Выполнено его исследование, разработаны меры предупреждения негативного влияния на здоровье работающих.

Обосновано научное положение о том, что воздействие комплекса факторов производственной среды и трудового процесса работников локомотивных бригад магистрального движения приводит к возникновению не только профессиональной, но и производственно-обусловленной патологии (патология сердечно-сосудистой и костно-мышечной системы и др.), формирование которой нуждается в организации контроля.

Определены количественные характеристики связи показателей факторов рабочей среды и трудового процесса в локомотивах на электрической и дизельной тяге с различным сроком эксплуатации на показатели производственно-обусловленных патологий, которые снижают продолжительность профессиональной трудоспособности.

Установлено, что факторы производственной среды и трудового процесса работников локомотивных бригад магистрального движения формируют неканцерогенный риск заболеваний с временной утратой трудоспособности, загрязнение воздуха рабочей зоны локомотива формирует канцерогенный риск. Определены количественные характеристики рисков.

Разработаны элементы информационно-коммуникационной технологии для совершенствования метода оценки риска профессионально-обусловленной и профессиональной патологии работников локомотивных бригад магистрального движения на основе сбора, учета, анализа и оценки комплекса физических, физико-

химических, биологических факторов рабочей среды и психофизиологических факторов трудового процесса.

Доказаны преимущества использования устройств обеззараживания воздуха рабочей зоны для снижения риска формирования заболеваний с временной утратой трудоспособности.

Предложен комплекс организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения.

Опубликованные работы содержат новые научные результаты в области влияния факторов производственной среды и трудового процесса, о количественных характеристиках зависимости их влияния на показатели риска утраты здоровья работниками локомотивных бригад, которые доведены до уровня практического применения и направлены на обеспечение производственной безопасности трудового процесса.

Результаты исследований окажут влияние на дальнейшее перспективное развитие теории и практики оценки воздействия факторов рабочей среды на продолжительность профессиональной работоспособности РЛБ магистрального движения.

Методические подходы к организации исследования и разработанный метод оценки риска формирования производственно-обусловленных заболеваний количества и качественного состава загрязнителей, поступающих в окружающую, может быть тиражирован для других профессиональных групп.

### **Перспективы дальнейшего исследования**

Перспективы дальнейшего исследования проблемы обеспечения безопасности производственного процесса у работников локомотивных бригад магистрального движения заключаются в более детальном изучении сочетанного действия виброакустических факторов рабочей среды и трудового процесса в условиях возрастающей напряженности труда за счет увеличения скоростей и объемов пассажирских и грузовых перевозок железнодорожным транспортом. Необходимо изучить соотношение, долю влияния и роль таких групп показателей как надежность, готовность и пригодность работника при выполнении трудовых обязанностей в характеристике «человеческого фактора» при возникновении нештатной ситуации.



## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты исследования позволили обосновать мероприятия, направленные на обеспечение безопасности производственного процесса работников локомотивных бригад. Показана экономическая и социальная целесообразность ускорения процесса замены локомотивов с эксплуатационным износом на новые, необходимость в процессе капитального ремонта локомотива проводить оценку и восстановление демпфирования, шумоизоляции кабины, а также санитарно-бытовых условий. Обеспечить сервисную службу необходимым оборудованием и материалами для обслуживания систем кондиционирования воздуха в кабинах локомотивов.

При формировании режима трудовой деятельности РЛБМД для сохранения их профессиональной трудоспособности учитывать физиологические особенности и необходимую длительность восстановительного периода при воздействии виброакустических факторов в условиях напряженности трудового процесса.

В качестве технических мероприятий рекомендовано использование для обеззараживания воздуха рабочей зоны устройств, устанавливаемых в системе рециркуляции или применение закрытых установок УФ излучения с длиной волны 260 нм.

Для контроля вероятности формирования у РЛБМД производственно-обусловленных заболеваний при периодических медицинских осмотрах рекомендуется использовать методику расчета величины риска утраты здоровья (программа для ЭВМ) в зависимости от стажа и характеристики условий труда.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

- РЖД – Российские железные дороги;
- СУОТ – система управления охраной труда;
- СОУТ – специальная оценка условий труда;
- ОВПФ – опасные и вредные профессиональные факторы;
- МОТ – Международная организация труда;
- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения;
- РЛБ – работники локомотивных бригад;
- РЛБМД – работники локомотивных бригад магистрального движения;
- ТН – тепловозы новые;
- ЭН – электровозы новые;
- ТПКР – тепловозы, прошедшие капитальный ремонт;
- ЭПКР – электровозы, прошедшие капитальный ремонт;
- СТО – стандарт организации;
- АСПО – автоматизация предрейсовых/предсменных медицинских осмотров;
- ССС – сердечно-сосудистая система;
- ЦНС – центральная нервная система;
- ЗВУТ – заболевания с временной утратой трудоспособности;
- БКМС – болезни костно-мышечной системы;
- Т – травмы;
- БОК – болезни органов кровообращения;
- БОП – болезни органов пищеварения;
- ЖКТ – желудочно-кишечный тракт;
- ОД – органы дыхания;
- ОРВИ – острые респираторные вирусные инфекции;
- СП – санитарные правила;

СанПиН – санитарные правила и нормы;  
ПТЭ – правила технической эксплуатации;  
ЭМИ – электромагнитное излучение;  
ПДУ – предельно допустимый уровень;  
ЛППАР – латентный период простой аудио-моторной реакции;  
ЛППЗР – латентный период простой зрительно-моторной реакции;  
ПДК – предельно допустимая концентрация;  
ДТ – дизельное топливо;  
ЛОС – летучие органические соединения;  
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды;  
ОКВЧ – крупнодисперсные взвешенные частицы;  
АПДФ – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия;  
КОЕ – колониеобразующие единицы;  
ОМЧ – общее микробное число;  
УФ – ультрафиолет;  
УОВ – установка обеззараживания воздуха;  
КР – кратность рециркуляции.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Транспорт в России. 2020 : статистический сборник / Росстат [Электронный ресурс]. – М., 2020. – 108 с. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UbzIvBZj/Transport\\_2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UbzIvBZj/Transport_2020.pdf) (дата обращения 12.01.2021).
2. Транспорт России : информационно-статистический бюллетень. Январь-июнь 2021 года [Электронный ресурс]. – Москва, 2021. – URL: <https://mintrans.gov.ru/eye/documents/7/> (дата обращения 15.11.2021).
3. Сводная таблица локомотивов и моторвагонного подвижного состава отечественных железных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [rosstat.gov.ru Publ\\_TR\\_2021.docx](https://rosstat.gov.ru/Doc/DocPubl/TR_2021.docx) (дата обращения 13.01.2021).
4. Выступление председателя правления ОАО «РЖД» О. Белозерова на заседании Совета по взаимодействию компании с предприятиями транспортного машиностроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/127865> (дата обращения 14.01.2021).
5. Распоряжение ОАО «РЖД» N 2796р с изменениями от 21.09.2018 г. №2070р. «О системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД»» [Электронный ресурс]. – URL: <https://prorzd.ru/2018/02/18/2796p/> (дата обращения 18.01.2021).
6. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rzdexpo.ru/innovation/resource\\_saving/energeticheskay\\_efektivnos/](http://www.rzdexpo.ru/innovation/resource_saving/energeticheskay_efektivnos/) (дата обращения 20.01.21).
7. Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2020 год [Электронный ресурс]. — URL: <https://ar2020.rzd.ru/ru/about-company/performance-highlights> (дата обращения 03.02.2021).
8. Самарская, Н. А. Исследование особенностей условий труда работников на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] / Н. А. Самарская // Охра-

на и экономика труда. – 2018. – № 3 (32). – С. 48–57. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36532668> (дата обращения 20.01.2021).

9. Сериков, В. В. Личностный подход в образовании: концепция и технологии : монография / В. В. Сериков; Волгогр. гос. пед. ун-т. – Волгоград : Перемена, 1994. – 150 с.

10. Далецкая, Г. В. Гигиеническая характеристика условий и режима труда машинистов электропоездов (моторвагонных секций) : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Г. В. Далецкая; 1-й Моск. мед. ин-т им. И. М. Сеченова. – Москва : [б. и.], 1967. – 27 с.

11. Положение о психофизиологическом обеспечении работников локомотивных бригад ОАО «РЖД» : утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 06.04.2009 N 712р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2009/aprel-2009/7936-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-06-04-2009-n-712r> (дата обращения 01.02.2021).

12. Сериков, В. В. Психофизиологическое обеспечение работников локомотивных бригад ОАО «РЖД» / В. В. Сериков; Научный клинический центр ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] // Евразия Вести : Международное информационно-аналитическое обозрение [Электронный сайт]. – URL: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2014-13a14> (дата обращения 04.02.2021).

13. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 11 октября 2021 г. N 339 «Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда отдельных категорий работников железнодорожного транспорта общего пользования, работа которых непосредственно связана с движением поездов» зарегистрирован в Минюсте России 24.01.2022 N 66971) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_407669/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_407669/) (дата обращения 05.02.2022).

14. Влияние монотонности труда на психофизиологическое здоровье машинистов электроподвижного состава железнодорожного транспорта / И. А. Епишкин, С. А. Шапиро, А. Б. Вешкурова, В. Н. Никитин, П. В. Благодат-

ский // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2020. – Т. 28, № 5. – С. 741–747. – DOI: 10.32687/0869-866X-2020-28-s1-741-747.

15. Леонова, Е.С. Исследование темновой адаптации работников железнодорожного транспорта в системе безопасности движения поездов / Е.С. Леонова, А.М. Выборнов, Г.В. Пятова // Информационное письмо № ЦУВС-N-11 Департамента медицинского обеспечения ОАО «Российские железные дороги». — М., 2004. — 14 с.

16. Гигиеническая оценка условий труда локомотивных бригад [Электронный ресурс]. – URL: <http://alexwolga.ru/gigiena-truda/12-gigienicheskaya-otsenka-uslovij-truda-lokomotivnykh-brigad> (дата обращения 15.02.2021).

17. Яицков, И. А. Методология обеспечения виброакустической безопасности локомотивных бригад при проектировании и эксплуатации тепловозов и мотовозов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.26.01 / Яицков Иван Анатольевич. – Ростов-на-Дону, 2019. – 279 с.

18. Методические рекомендации по статистическому анализу показателей здоровья и деятельности организаций здравоохранения / В.А. Медик, Т. Е. Котова, А. А. Ачманов [и др.]; Институт медицинского образования НовГУ им. Ярослава Мудрого [Электронный ресурс]. – г. Великий Новгород, 2005. – URL: <https://www.zdrav-novgorod.ru/np-includes/upload/2010/11/18/5.pdf> (дата обращения 16.02.2021).

19. Гутор, Е.М. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад [Электронный ресурс] / Е.М. Гутор, Е.А. Жидкова, К.Г. Гурвич // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – № 1. – С. 43–52. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47946578>. (дата обращения 18.02.2021).

20. Кульбачинский, В.В. Медицинское обеспечение безопасности движения поездов / В.В. Кульбачинский [Электронный ресурс] // Евразия Вести : Международное информационно-аналитическое обозрение [Электронный сайт]. – URL: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2012-13a10> (дата обращения 01.03.2021).

21. Яицков, И.А. Идентификация производственных факторов, влияющих на условия труда работников локомотивных бригад тепловозов и мотовозов /

И.А. Яицков, Т.А. Финоченко, А.Н. Чукарин [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 79. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4438> (дата обращения 01.03.2021).

22. Кузьмич, М. Ю. Анализ структуры общей заболеваемости работников локомотивных бригад / М. Ю. Кузьмич, Е. В. Толстая // Сахаровские чтения. Экологические проблемы XXI века : Материалы 17-й международной научной конференции (18–19 мая 2017 г., г. Минск, Республика Беларусь) : в 2 ч. / под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 1. – С. 180–181.

23. Жидкова, Е.А. Организационно-методические аспекты выявления факторов риска внезапной смерти и других сердечно-сосудистых рисков и их профилактика у работников локомотивных бригад : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05, 14.02.03 / Жидкова Елена Анатольевна. – М., 2019. – 25 с.

24. Неблагоприятные условия труда как фактор преждевременного старения работников локомотивных бригад / Т.А. Финоченко, А.В. Лысенко, В.А. Мамченко, Л.С. Козина // Вестник РГУПС. – 2007. – № 4 (28). – С. 104–111.

25. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М. : ГОЭТАР-Медиа, 2011. – 784 с.

26. Причины утраты профессиональной пригодности для работы во вредных и (или) опасных условиях труда / В.Б. Гурвич, А.С. Шагин, В.Г. Газимова, Э.Г. Плотко, Т.С. Устюгова // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 2. – С. 107–112. – DOI: 10.31089/1026-9428-2019-2-107-112.

27. Сундукова Е.А. Трудоспособность, основные понятия, виды ее нарушения, экспертиза. Благовещенск. 2021.–25 с.

28. Социально-экономические детерминанты и потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации / Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 14–29. – DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.02.

29. К задаче оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клей [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 4–16. – DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.01.
30. Бабанов, С.А. Поражения сердечно-сосудистой системы в практике профпатолога / С.А. Бабанов, Р.А. Бараева, Д.С. Будащ // Медицинский альманах. – 2016. – № 4 (44). – С. 106–111.
31. Бабанов, С.А. Профессиональные поражения сердечно-сосудистой системы / С.А. Бабанов, Р.А. Бараева // Российский медицинский журнал. – 2015. – Т. 23, № 15. – С. 900–906.
32. Малюкова, Т.И. Реакция сердечно-сосудистой системы на стрессовые воздействия [Электронный ресурс] / Т.И. Малюкова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30248> (дата обращения: 06.03.2021). DOI: 10.17513/spno.30248.
33. Влияние психосоциального стресса на факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин / И.В. Осипова, Н.В. Пырикова, О.Н. Антропова [и др.] // Кардиология. – 2014. – Т. 54, № 3. – С. 42–45.
34. Лазуткина, А.Ю. Прогностическая значимость факторов риска, поражений органов-мишеней для возникновения внезапной сердечной смерти, острого коронарного синдрома и ишемической болезни сердца у работников локомотивных бригад на Забайкальской железной дороге / А.Ю. Лазуткина, В.В. Горбунов // Сердце : журнал для практикующих врачей. – 2014. – Т. 13, № 5 (79). – С. 294–297.
35. Жижневская, А.А. О взаимосвязи заболеваемости машинистов железнодорожного транспорта и их помощников с условиями труда / А.А. Жижневская, В.А. Лисобей // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2006. – № 3 (5). – С. 069–073.



36. Попова, А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации / А.Ю. Попова // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 7–13.
37. Железнодорожная медицина сегодня / О.Ю. Атьков, В.Н. Плохов, В.В. Быстров [и др.] // Управление здравоохранением. – 2014. – № 1 (39). – С. 11–26.
38. Профессиональные и производственно-обусловленные заболевания – перспективы гармонизации в медицине труда / А.Ф. Денисенко, Е.Г. Ляшенко, И.А. Боева, Т.П. Ермаченко [и др.] // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 151–156.
39. Глобальные оценки состояния здоровья [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019> (дата обращения: 03.04.2021).
40. Хрупачев А.Г., Производственная безопасность и профессиональное здоровье [Электронный ресурс]: руководство для врачей / под ред. А. Г. Хрупачева, А. А. Хадарцева. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 336 с.
41. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020) «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499072756> (дата обращения 07.12.2020).
42. Санитарные правила СП 1.1.1058-01. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (с изменениями на 27 марта 2007 года) : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 марта 2007 года N13) [Электронный ресурс]. – 2002. – 6 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901793598> (дата обращения 18.04.2021).

43. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 2 декабря 2020 г. N 40 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 21.04.2021).

44. СТО РЖД 15.003-2014. Производственный контроль условий труда в ОАО «РЖД». Общие положения [Электронный ресурс]. – 2015. – 70 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120855> (дата обращения 16.05.2021).

45. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. 28 января 2021 г. N 2 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_375839/fa69e15a74de57cbe09d347462434c11fcfeeaca/#dst100137](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/fa69e15a74de57cbe09d347462434c11fcfeeaca/#dst100137) (дата обращения 16.03.2021).

46. Оценка влияния физической нагрузки на выраженность тревожно-депрессивных состояний / А.В. Лысенко, Т.В. Таютина, Д.С. Лысенко, В.А. Арутюнов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №11 (117). – С. 218-224. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22604137> (дата обращения: 27.09.2021).

47. Семенов, А.М. Влияние физических нагрузок на психическое здоровье человека / А.М. Семенов // Материалы X Международной научной конференции [Электронный ресурс]. – URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018005740> (дата обращения: 27.09.2021).

48. Указание МПС России от 1 декабря 1999 г. № 310у «О совершенствовании психофизиологической службы на федеральном железнодорожном транспорте» [Электронный ресурс]. – 1999. – 85 с. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=674646#qFeCV3TgvdyLBdQs> (дата обращения 18.04.2021).

49. Копытенкова, О.И. Психофизиологические методы, для определения профессиональной пригодности машинистов железнодорожного транспорта / О.И. Копытенкова, О.Т. Алиев [Электронный ресурс] // Науковедение : Интернет-

журнал. – 2014. – Вып. 5 (24). – С. 120. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/90TVN514.pdf> (дата обращения 11.03.2021).

50. Актуальные воздушно-капельные инфекции [Электронный ресурс]. – URL: <http://13.rospotrebnadzor.ru/content/aktualnye-vozdushno-kapelnye-infekcii> (дата обращения 18.03.2021).

51. Основные меры профилактики инфекций в общественных местах [Электронный ресурс]. – URL: [https://16.rospotrebnadzor.ru/c/journal/view\\_article\\_content?groupId=10156&articleId=572013&version=1.0](https://16.rospotrebnadzor.ru/c/journal/view_article_content?groupId=10156&articleId=572013&version=1.0) (дата обращения 23.03.2021).

52. Федеральный закон N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 [Электронный ресурс] // Собрание законодательства Российской Федерации : Официальные электронные версии бюллетеней. 1999. – № 14 от 5.04.1999, ст. 1650. – URL: [https://www.szrf.ru/szrf/docslis.php?md=0&nb=100&year=&issid=1001999014000&div\\_id=1](https://www.szrf.ru/szrf/docslis.php?md=0&nb=100&year=&issid=1001999014000&div_id=1) (дата обращения 15.03.2021).

53. Воздействие производственных вибраций на организм рабочих [Электронный ресурс]. – URL: <http://34.rospotrebnadzor.ru/content/187/5749/> (дата обращения 05.04.2021).

54. Основные вредные факторы и опасные работы производственной среды и их влияние на здоровье работника [Электронный ресурс]. – URL: <http://40.rospotrebnadzor.ru/center/stats/129171/> (дата обращения 08.04.2021).

55. Леванчук, Л. А. Методические подходы к оценке условий труда работников локомотивных бригад на основе изучения риска здоровью / Л. А. Леванчук // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 10. – С. 13–19.

56. Целевая программа МОТ по охране труда и производственной среды «За безопасный труд» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS\\_249269/lang--ru/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249269/lang--ru/index.htm) (дата обращения 26.03.2021).

57. Илькаева, Е.Н. Оценка вероятности формирования профессиональных нарушений органа слуха у работников, подвергающихся воздействию производ-

ственного шума / Е.Н. Илькаева, А.Д. Волгарева, Э.Р. Шайхлисламова // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 9. – С. 27–30.

58. Анализ динамики профессиональной заболеваемости костно-мышечной и нервной систем в Республике Башкортостан / А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, Э.Т. Валеева [и др.] // NAUKI MEDYCZNE I NAUKI O ZDROWIU. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 130–135.

59. Бабанов, С.А. Вибрационная болезнь в терапевтической практике / С.А. Бабанов, Е.В. Воробьева // Вестник семейной медицины. – 2010. – № 3. – С. 20–25.

60. Бабанов, С.А. Профессиональная хроническая пояснично-крестцовая радикулопатии / С.А. Бабанов, Н.А. Татаровская, Р.А. Бараева // Трудный пациент. – 2013. – Т. 11, № 12. – С. 23–30.

61. Производственно-профессиональный риск железнодорожников / М.Ф. Вильк, В. А. Капцов, А.П. Мезенцев [и др.]. – М. : Реинфор, 2002. – 350 с.

62. Капцов, В. А. Профессиональные заболевания работников железнодорожного транспорта / В. А. Капцов. – М., 2009. – 234 с.

63. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 25 февраля 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2022 года) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 28.02.2022).

64. Санитарно-эпидемиологические детерминанты и ассоциированный с ними потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 1–17. – DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.01.

65. Масленникова, Г.Я. Профилактика неинфекционных заболеваний как возможность увеличения ожидаемой продолжительности жизни и здорового долголетия / Г.Я. Масленникова, Р.Г. Оганов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2019. – Т. 18, № 2. – С. 5–12. – DOI: 10.15829/1728-8800-2019-2-5-12.

66. Вопросы охраны труда, здоровья и организационно-методические аспекты определения функционального состояния машинистов локомотивных бри-

гад / А.И. Гоженко, Л.П. Зарицкая, А.А. Мальгота [и др.] // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2013. – № 2-2 (32). – С. 009-013.

67. Каськов, Ю.Н. Современное состояние и решение вопросов санэпидблагополучия на объектах железнодорожного транспорта России / Ю.Н. Каськов, Ю.И. Подкорытов [Электронный ресурс] // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 5. – С. 37–40. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-reshenie-voprosov-sanepidblagopoluchiya-na-obektah-zheleznodorozhnogo-transporta-rossii> (дата обращения: 25.04.2021).

68. Регулирование профессионально-ассоциированных производственных воздействий на работников железнодорожного транспорта: опыт России и других стран / В.А. Логинова, Ю.Н. Каськов, Е.А. Жидкова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 1. – С. 173–185. – DOI: 10.21668/health.risk/2021.

69. Динамика производственного риска и показателей профессиональной заболеваемости работников железнодорожного транспорта / М.Ф. Вильк, Ю.Н. Каськов, В.А. Капцов, В.Б. Панкова // Медицина труда и экология человека. – 2020. – № 1 (21). – С. 49–59. – DOI: 10.24411/2411-3794-2020-10105.

70. Шайсултанова, К.Ш. Состояние здоровья локомотивных бригад на железнодорожном транспорте / К.Ш. Шайсултанова // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 7. – С. 33–35.

71. Измеров, Н.Ф. Современные проблемы медицины труда в России / Н.Ф. Измеров // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 2. – С. 5–12.

72. Бухтияров, И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России / И.В. Бухтияров // Медицина труда и промышленная экология – 2019. – № 9 (59). – С. 527–533. – doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532.

73. Каськов, Ю.Н. Гигиеническая оценка условий труда работников локомотивных бригад / Ю.Н. Каськов, В.А. Логинова, С.Д. Кривуля // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 2 (287). – С. 18–21. – DOI: 10.35627/2219-5238/2017-287-2-18-21.

74. Логинова, В.А. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска здоровью работников на объектах железнодорожного транспорта / В.А. Логинова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 96–101. – DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10.

75. Медико-социальная характеристика и производственные факторы риска работников локомотивных бригад / Е.А. Жидкова, Е.М. Гутор, М.Ф. Вильк, Г.Г. Онищенко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1380–1385. – DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-12-1380-1385.

76. Медико-социальная характеристика и производственные факторы риска работников локомотивных бригад / Е.А. Жидкова, Е.М. Гутор, М.Ф. Вильк, Г.Г. Онищенко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 12. – С. 1380–1385. – DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-12-1380-1385.

77. Факторы риска развития производственно обусловленной патологии органов дыхания и кровообращения у работников металлургического производства / А.Е. Носов, Ю.А. Ивашова, Е.М. Власова [и др.] // Анализ риска здоровью – 21 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием RISE-2021 (Пермь, 18–20 мая 2021 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – г. Пермь, 2021. – С. 34–41

78. Глухих, М.В. Динамика изменения показателей условий труда с оценкой их вклада в ожидаемую продолжительность жизни населения Российской Федерации / М.В. Глухих, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Анализ риска здоровью – 21 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием RISE-2021 (Пермь, 18–20 мая 2021 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – г. Пермь, 2021. – С. 5–13.

79. Каменева, О.В. Профессиональная заболеваемость от воздействия шума / О.В. Каменева, Ю.И. Степкин, Н.П. Мамчик // Инновационная наука. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 191–192.

80. Фельдман, М.А. Проблемы сферы охраны труда в экономике России и пути их решения: от аттестации рабочих мест к специальной оценке условий тру-

да / М.А. Фельдман, Л.Р. Нуриева // Вопросы управления. – 2014. – № 4 (29). – С. 147–153.

81. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) [Электронный ресурс]– URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_319209/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319209/) (дата обращения: 03.04.2021).

82. Актуальные проблемы управления рисками здоровью населения в России / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашииа, Н.С. Додина // Гигиена и санитария. – 2018 – Т. 97, № 6. – С. 572–575. – DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-6-572-575.

83. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008—2017 гг. : принят и одобрен на Шестидесятой сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения (ВАЗ) 23 мая 2007 г. [Электронный ресурс] // Документационный Центр ВОЗ. – 2007. – Запись № 906. – URL: <https://whodc.mednet.ru/ru/osnovnyye-publikaczii/zdorove-rabotayushhego-naseleniya-i-gigiena-truda-proizvodstvennaya-mediczina/2301.html> (дата обращения 24.04.2021).

84. Р 2.2.22006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов производственной среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 15.03.2021).

85. ГОСТ 12.0.010-2009. Системы управления охраной труда. Определение и оценка рисков : утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 680-ст [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080860> (дата обращения 28.05.2021).

86. Оценка и прогноз профессиональной надежности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств : Методические рекомендации МР 2.2.0085-14 (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитар-

ным врачом РФ 6 февраля 2014 г.) [Электронный ресурс]. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – URL: [https://standartgost.ru/g/%D0%9C%D0%A0\\_2.2.0085-14](https://standartgost.ru/g/%D0%9C%D0%A0_2.2.0085-14) (дата обращения 14.05.2021).

87. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки : утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24 июня 2003 г. [Электронный ресурс] – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901902053> (дата обращения 14.05.2021).

88. Конвенция № 155 Международной организации труда «О безопасности и гигиене труда и производственной сред» (принята в г. Женеве 22.06.1981 на 67-й сессии Генеральной конференции МОТ) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121449](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121449) (дата обращения: 04.03.2021).

89. Конвенция МОТ № 187 (2006) «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902237545> (дата обращения 20.05.2021).

90. OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования / перевод и науч.-техн. редактирование В.А. Качалов; СЕРТ Менеджмент с УИК Интерсертифика-TUV совместно с TUV Thüringen [Электронный ресурс]. – 2007. – 29 с. – URL: <https://iso-management.com/wp-content/uploads/2013/12/OHSAS-18001-2007-.pdf> (дата обращения 20.02.2021).

91. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом) : утв. 14 сентября 1992 года [Электронный ресурс]. – М., НИИАТ, 1992. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200031568> (дата обращения 24.04.2021).

92. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (доп. и перераб.) / науч. рук.



А.Ю. Недре; ОАО «НИИ Атмосфера» [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург, 2012. – 223 с.– URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293792/4293792228.pdf> (дата обращения 24.04.2021).

93. ГОСТ Р 50953-2008. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов магистральных и маневровых тепловозов. Нормы и методы определения : утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 мая 2008 г. N 106-ст [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200065033> (дата обращения 24.04.2021).

94. Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 11 февраля 2008 г. N 269р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=EXP&n=538311&req=doc#jFM6f3TEUaTH9bO4> (дата обращения: 13.03.2021).

95. Энергосбережение на железнодорожном транспорте / В.А. Гапанович, В.Д. Авилов, Б.А. Аржанников [и др.]; под ред. В.А. Гапановича. – М. : Изд. дом МИСиС, 2012. – 619 с.

96. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 2019. Техническое руководство по подготовке национальных инвентаризаций выбросов : отчет ЕАОС № 132019. – European Environment Agency, 2020. – 27 с. – doi: 10.2800/742848.

97. Методические рекомендации МосМР 2.1.9.003-03. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ. – М. : Санэпидмедиа, ГУ НИИ ЭЧ и ГОС имени А.Н. Сысина РАМН, ММА им. И.М. Сеченова, Консультационный Центр по оценке риска, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. – 2003. – 28 с.

98. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). – М. : НИИАТ, 1992. – 52 с.

99. Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу / НИИ Атмосфера. – СПб. : 2012. – 56 с.

100. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду : утв. : Первым заместителем Министра здравоохранения РФ, Главным государственным санитарным врачом РФ 5 арта 2004 г. [Электронный ресурс]. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037399> (дата обращения 24.04.2021).

101. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей : методические рекомендации. – М. : Федеральный центр Роспотребнадзора, 2012. – 36 с.

102. Обоснование критериев предикторных состояний производственно обусловленной артериальной гипертензии на основании установления причинно-следственных связей нарушения здоровья с работой / Е.С. Югова, Е.М. Власова, Д.М. Шляпников [и др.] // Анализ риска здоровью – 21 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием RISE-2021 (Пермь, 18–20 мая 2021 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – г. Пермь, 2021. – С. 88–94.

103. Анализ факторов риска и профилактика нарушений ритма сердца у машинистов локомотивов железнодорожного транспорта / Н.В. Орлова, А.Я. Старокожева, Т.В. Гололобова, Т.Г. Суранова // Анализ риска здоровью – 21 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием RISE-2021 (Пермь, 18–20 мая 2021 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – г. Пермь, 2021. – С. 132–141.

104. Сувидова, Т.А. Санитарно-эпидемиологическое моделирование профессиональной заболеваемости в регионе / Т.А. Сувидова, Г.В. Куренкова // Анализ риска здоровью – 21 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием RISE-2021 (Пермь, 18–20 мая 2021 г.) / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – г. Пермь, 2021. – С. 71–78.

105. Оценка факторов риска в условиях химического и шумового воздействия на здоровье населения / Ю.И. Стёпкин, И.И. Механтьев, А.В. Платунин [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 7. – С. 25–28.

106. Актуальные проблемы управления рисками здоровью населения в России / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, Т.А. Шашииа, Н.С. Додина // Гигиена и санитария. – 2018 – Т. 97, № 6. – С. 572–575. – DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-6-572-575.
107. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129>.
108. Роль производственного шума в формировании профессиональной и общесоматической патологии у горнорабочих / Э.Р. Шайхлисламова, А.Д. Волгарева, Л.К. Каримова [и др.] // Санитарный врач. – 2017. – № 7. – С. 21–27.
109. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015 / A.J. Cohen, M. Brauer, R. Burnett [et al.] // Lancet. – 2017. – Vol. 389, № 10082. – P. 1907–1918. – DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6.
110. Kearney, P.M. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data / P.M. Kearney, M. Whelton, K. Reynolds // Lancet. – 2005. – Vol. 365, № 9455. – P. 217–223. – DOI: 10.1016/S0140-6736(05)17741-1.
111. Physiological reaction to work in cold microclimate / A. Bortkiewicz, E. Gadzicka, W. Szymczak, [et al.] // International Journal of Occupational Medicine And Environmental Health. – 2006. – Vol. 19, № 2. – P. 123–131. – DOI: 10.2478/v10001-006-0020-y.
112. Schnall, P.L. Job strain and cardiovascular disease / P.L. Schnall, P.A. Landsbergis, D. Backer // Annual Review of Public Health. – 1994. – Vol. 15. – P. 381–411. – DOI: 10.1146/annurev.pu.15.050194.002121.
113. Chemical exposures at work and cardiovascular morbidity. Atherosclerosis, ischemic heart disease, hypertension, cardiomyopathy and / K. Kurrpa, E. Hietanen, M. Klockars [et al.] // Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. – 1984. – Vol. 10, № 6. – P. 381–388. – DOI: 10.5271/sjweh.2316.

114. Pope, C.A., Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect / C.A. Pope, D.W. Dockery // *Journal of the Air & Waste Management Association*. – 2006. – Vol. 56, № 6. – P. 709–742. – DOI: 10.1080/10473289.2006.10464485.

115. Hwang, W.J. Work-related cardiovascular disease risk factors using a socioecological approach: implications for practice and research / W.J. Hwang, O. Hong // *European Journal of Cardiovascular Nursing* – 2012. – Vol. 11, № 1. – P. 114–126. – DOI: 10.1177/1474515111430890.

116. Wynn, P. Periodic health checks in the workplace – is it time to change the prescription? / P. Wynn // *Occupational Medicine*. – 2013. – Vol. 63, № 4. – P. 248–250. – DOI: 10.1093/occmed/kqt032.

117. Sleep Quality and Occupational Stress Relationship Analysis of 1413 Train Drivers in a Railway Bureau / G.Z. Gu, S.F. Yu, W.H. Zhou, H. Wu, L. Kang, R. Chen // *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*. – 2017. – Vol. 35, № 7. – P. 514–518. – DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2017.07.010.

118. Influencing Factors for Job Satisfaction in Train Drivers in a Railway Bureau: An Analysis of 1413 Cases / G.Z. Gu, S.F. Yu, W.H. Zhou, H. Wu, L. Kang, R. Chen // *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*. – 2017. – Vol. 35, № 1. – P. 43-47. – DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2017.01.010.

119. Self-esteem and Occupational Stress Relationship Analysis of 1413 Train Drivers in a Railway Bureau / G.Z. Gu, S.F. Yu, W.H. Zhou, H. Wu, L. Kang, R. Chen // *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*. – 2018. – Vol. 36, № 4. – P. 260–263. – DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.04.006.

120. Job stress in locomotive attendants in a locomotive depot and related influencing factors / L. Kang, X.C. Jia, F. Lu [et al.] // *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. – 2017. – Vol. 35, № 10. – P. 737–741. – DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2017.10.005.

121. Saraei, M. Risk Factors for Obstructive Sleep Apnea Among Train Drivers / M. Saraei, A. Najafi, E. Heidarbahi // *Work*. – 2020. – Vol. 65, № 1. – P. 121–125. – DOI: 10.3233/WOR-193064.

122. Производственный шум как фактор профессионального риска на предприятиях нефтехимической отрасли / А.Д. Волгарева, Л.К. Каримова, Л.Н. Маврина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 116–124. – DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.13.

123. Проблема внезапной смерти работников локомотивных бригад ОАО «РЖД» / В.В. Сериков, А.А. Закревская, В.Е. Богданова [и др.] // Евразийский союз ученых. – 2016 – № 2-2. – С. 57–64.

124. Цфасман, А.З. Внезапная сердечная смерть и ее проф. аспекты / А.З. Цфасман. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : МЦНМО, 2003. – 301 с.

125. Лебедева-Несевря, Н.А. Оценка риска, связанного с воздействием поведенческих факторов на здоровье работающего населения России / Н.А. Лебедева-Несевря, С.Ю. Елисеева // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5 (302). – С. 8–11. – DOI: 10.35627/2219-5238/2018-302-5-8-11.

126. Финоченко, Т.А. Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда / Т.А. Финоченко, Е.А. Семиглазова [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3. – URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355) (дата обращения 26.05.2021).

127. Каськов, Ю.Н. Гигиеническое обоснование риска развития профессиональных заболеваний у работников железнодорожного транспорта (на примере работников локомотивных бригад) : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.27 / Каськов Юрий Никитович; [Место защиты: ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены»]. – Москва, 2006. – 115 с.

128. Association between Ambient Temperature and Blood Pressure and Blood Pressure Regulators: 1831 Hypertensive Patients Followed Up for Three Years / Q. Chen, J. Wang, J. Tian, X. Tang [et al.] // PLoS One. – 2013. – Vol. 8, № 12. – P. e84522. – DOI: 10.1371/journal.pone.0084522.

129. The Relationship between Cold Exposure and Hypertension / J.-Y. Kim, K.-Y. Jung, Y.-S. Hong, [et al.] // Journal of Occupational Health. – 2003. – Vol. 45, № 5. – P. 300–306. – DOI: 10.1539/joh.45.300.

130. Kristensen, T.S. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on chemical factors / T.S. Kristensen // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. – 1989. – Vol. 15, № 3. – P. 165–179. – DOI: 10.5271/sjweh.1864.

131. Косарев, В.В. Хроническая пояснично-крестцовая радикулопатия: современное понимание и особенности фармакотерапии / В.В. Косарев, С.А. Бабанов // *Российский медицинский журнал*. – 2013. – Т. 21, № 16. – С. 844–851.

132. Evolution of PM 2.5 Measurements and Standards in the U.S. and Future Perspectives for China / J. Cao, J.C. Chow, S.C. Lee Frank [et al.] // *Aerosol and Air Quality Research*. – 2013. – Vol. 13, № 4. – P. 1197–1211. – DOI: 10.4209/aaqr.2012.11.0302.

133. Результаты научно-исследовательских работ по оценке рисков здоровью работников при производственном воздействии физических факторов / А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, А.Д. Волгарева [и др.] // *Медицина труда и экология человека*. – 2021. – № 3 (27). – С. 7–13.

134. Каськов, Ю.Н. Комплексная оценка санитарно-гигиенических факторов производственного процесса работников поездных бригад железнодорожного транспорта РФ / Ю.Н. Каськов, П.В. Кретов // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2017. – № 1 (286). – С. 17–19. – DOI: 10.35627/2219-5238/2017-286-1-17-19.

135. Капцов, В.А. Улучшение защиты органов дыхания от газов с помощью фильтрующих респираторов (обзор проблем) / В.А. Капцов, В.Б. Панкова, А.В. Чиркин // *Медицина труда и экология человека*. – 2021. – № 2 (26). – С. 13–22. – DOI: 10.24412/2411-3794-2021-10201.

136. Капцов, В.А. Состояние основных жизнеобеспечивающих систем машинистов в зависимости от условий и факторов поездной работы / В.А. Капцов, В.А. Кузьмин // *Гигиена и санитария*. – 2015. – Т. 94, № 4. – С. 36–39.

137. Денисов, Э.И. Неспецифические эффекты воздействия шума / Э.И. Денисов, П.В. Чесалин [Электронный ресурс] // *Гигиена и санитария*. – 2007. – № 6. – С. 54–56. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9901432> (дата обра-

щения: 5.04.2021).

138. Глухих М.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. Динамика изменения показателей условий труда с оценкой их вклада в ожидаемую продолжительность жизни населения Российской Федерации /Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. С. 5-13.

139. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья сотрудников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 83–90.

140. Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов № 2908-82. – Москва, 1982. – 18 с.

141. Roy, C.J. Airborne transmission of communicable infection – the elusive pathway / C. J. Roy, D.K. Milton // The New England Journal of Medicine. – 2004. – Vol. 350, № 17. – P. 1710–1712. – doi: 10.1056/NEJMp048051.

142. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология : учеб. для студ. мед. вузов / под ред. А. А. Воробьева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2012. – 704 с.

143. Основы медицинской вирусологии : учебно-методическое пособие / Н. Ф. О-75 Казак [и др.]. – Минск : БГМУ, 2019 – 164 с.

144. Очистка и дезинфекция поверхностей окружающей среды в контексте COVID-19 : Временное руководство ВОЗ от 15 мая 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_352871/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_352871/) (дата обращения 22.01.2021).

145. Уборка и дезинфекция помещений и поверхностей в контексте COVID-19: Временные рекомендации ВОЗ от 15 мая 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332096/WHO-2019->

nCoV-Disinfection-2020.1-rus.pdf?sequence=7&isAllowed=y (дата обращения 22.01.2021).

146. Временные методические рекомендации по организации работы предприятий автомобильного транспорта, городского наземного электрического транспорта и внеуличного транспорта в целях защиты пассажиров и персонала в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки и поэтапного снятия ограничений, связанных с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19), согласованные письмом Роспотребнадзора от 25.05.2020 № 02/110393-2020-23 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rostransnadzor.gov.ru/profilaktika-covid-19/vremennyye-metodicheskie-rekomendacz> (дата обращения 20.01.2021).

147. Временные методические рекомендации по организации работы пунктов пропуска через государственную границу Российской Федерации в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки и поэтапного снятия ограничений, связанных с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19), согласованные письмом Роспотребнадзора от 15.06.2020 № 02/12112-2020-23 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_355175/76f4d9e5aebc059b3c9a26fb6e57e2951afc8aca/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355175/76f4d9e5aebc059b3c9a26fb6e57e2951afc8aca/) (дата обращения 20.01.2021).

148. Временные рекомендации по профилактическим мерам для обеспечения противоэпидемической безопасности пассажирских перевозок железнодорожным транспортом, направленные на снижение риска возникновения и распространения коронавирусной инфекции (COVID-19), согласованные письмом Роспотребнадзора от 25.05.2020 № 02/10398-2020-23, утв. Минтранс России 25.05.2020 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_353332/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353332/) (дата обращения 20.01.2021).

149. Временные рекомендации, направленные на безопасное функционирование морского и внутреннего водного транспорта в условиях COVID-19» (вместе с «Временными рекомендациями для судоходных компаний по преду-



преждению распространения COVID-19», «Временными рекомендациями для морских и речных пассажирских портов и терминалов по предотвращению распространения COVID-19», ««Временными рекомендациями по организации работы в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки в целях защиты пассажиров»», согласованные письмом Роспотребнадзора от 25.05.2020 № 02/10389-2020-23 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_353296/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353296/) (дата обращения 20.01.2021).

150. Дайджест. Транспортная сфера в контексте COVID-19 [Электронный ресурс] – URL: <https://ach.gov.ru/upload/pdf/Covid-19-transport.pdf> (дата обращения: 25.01.2021).

151. Информационно-статистический бюллетень «Транспорт России» Январь–Сентябрь 2020 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/11053> (дата обращения: 25.01.2021).

152. Методические указания по поэтапному выходу из режима противоэпидемических ограничений, введенных в условиях COVID-19, при восстановлении авиапассажирских перевозок в гражданской авиации, согласованные письмом Роспотребнадзора от 20.05.2020 № 02/10029-2020-23 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_353058/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353058/) (дата обращения: 25.01.2021).

153. СП 3.1.3597-20. Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19) : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22.05.2020 № 15 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_353494/e4deaf074c290821400cfa-d27f87d23d667c4cfd/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353494/e4deaf074c290821400cfa-d27f87d23d667c4cfd/) (дата обращения 25.01.2021).

154. Buses blasted with UV light to rid them of coronavirus [Электронный ресурс]. – URL: <https://metro.co.uk/2020/03/05/buses-blasted-uv-light-rid-coronavirus-12352400> (дата обращения 25.01.2021).

155. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents : Review / G. Kampf, D. Todt, S. Pfaender, E. Steinmann // Journal

of Hospital Infection. – 2020. – Vol. 104, Issue 3. – P. 246–251. – DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.022.

156. NJ Transit, Rutgers study UV light to rid buses of coronavirus [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nj.com/news/2020/06/nj-transit-rutgers-study-uv-light-to-rid-buses-of-coronavirus.html> (дата обращения 25.01.2021).

157. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Электронный ресурс]. – WHO, 16-24 February 2020. – URL: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf> (дата обращения 10 мая 2020 года).

158. Ultraviolet Germicidal Irradiation for Transit Buses : Final Report for Transit IDEA Project 53 / Prepared by: Lee Houston [Электронный ресурс]. – 2009. – URL: [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/studies/idea/finalreports/transit/Transit53\\_Final\\_Report.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/studies/idea/finalreports/transit/Transit53_Final_Report.pdf) (дата обращения 25.01.2021).

159. Hutchinson, B. Ultraviolet light to zap coronavirus on subways, buses / B. Hutchinson [Электронный ресурс]. – URL: <https://abcnews.go.com/US/ultraviolet-light-zap-coronavirus-york-city-subways-buses/story?id=70770382> (дата обращения 25.01.2021).

160. ГОСТ Р ЕН 1822-1-2010. Высокоэффективные фильтры очистки воздуха ЕРА, НЕРА и ULPA. Часть 1. Классификация, методы испытаний, маркировка : дата введения 2011-12-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083409> (дата обращения 22.01.2021).

161. ГОСТ Р ЕН 779-2014. Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение технических характеристик: дата введения 2015-12-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115106> (дата обращения 22.01.2021).

162. Руководство Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 04.03.2004 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_117673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_117673/) (дата обращения 25.01.2021).

163. Short-term mortality rates during a decade of improved air quality in Erfurt, Germany / S. Breitner, M. Stolzel, J. Cyrus [et al.] // *Environmental Health Perspectives*. – 2009. – Vol. 117, № 3. – P. 448-454.
164. WHO. Indoor air quality: biological contaminants // Report on a WHO meeting. Copenhagen: WHO Regional publications. –1990. – № 31. – P. 1–67.
165. МУК 4.2.734-99. Микробиологический мониторинг производственной среды [Электронный ресурс]. – М., 1999. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200029649> (дата обращения 29.01.2021).
166. The airborne metagenome in an indoor urban environment / S.G. Tringe, T. Zhang, X. Liu [et al.] // *PLoS One*. – 2008. – Vol. 3 (4). – P. e1862.
167. Architectural design drives the biogeography of indoor bacterial communities / S.W. Kembel, J.F. Meadow, T.K. O'Connor [et al.] // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9 (1). – P. e87093.
168. Visualization of the Large-Scale Vortex Structures in Excited Turbulent Jets / V.F. Kopiev, M.Yu. Zaitsev, S.I. Inshakov, L.P. Guriashkin // *Journal of Visualization*. – Vol. 6, N 3. – P. 303–311. – DOI: 10.1007/BF03181471.
169. Neuroscience News [Электронный журнал]. – 2021. – URL: <https://neurosciencenews.com/> (дата обращения: 25.03.2021).
170. Aerodynamic Characteristics and RNA Concentration of SARS-CoV-2 Aerosol in Wuhan Hospitals during COVID-19 Outbreak / Y. Liu, Z. Ning, Y. Chen [et al.] [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.08.982637> (дата обращения 25.01.2021).
171. Saliva: potential diagnostic value and transmission of 2019-nCoV / R. Xu, B. Cui, X. Duan [et al.] [Электронный ресурс] // *International Journal of Oral Science*. – 2020. – Vol. 12, № 11. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41368-020-0080-z> дата обращения 23.01.2021).
172. Airflow Dynamics of Coughing in Healthy Human Volunteers by Shadowgraph Imaging: An Aid to Aerosol Infection Control / J.W. Tang, A. Nicolle, J. Pantelic [et al.] // *PLoS One*. – 2012. – Vol. 7, N 4. – P. e34818. – doi: 10.1371/journal.pone.0034818.

173. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А.А. Алямовский. — СПб. : БХВ-Петербург, 2012. — 448 с.

174. Санитарные правила по проектированию, изготовлению и реконструкции локомотивов и специального подвижного состава железнодорожного транспорта. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.5.1336-03. — 2013. — 43 с.

175. BMVI: Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung soll mögliche Ausbreitungswege von Corona-Viren im ÖPNV untersuchen [Электронный ресурс] — URL: <https://www.lok-report.de/news/deutschland/verkehr/item/21552-bmvi-deutsches-zentrum-fuer-schienenverkehrsforschung-soll-moegliche-ausbreitungswege-von-corona-viren-im-oepnv-untersuchen.html> (дата обращения 24.12.2021).

176. VDL introduces anti-Covid technologies and tools for Class I and coach range <https://www.sustainable-bus.com/news/vdl-introduces-anti-covid-technologies-and-tools-for-class-i-and-coach-range/> [Электронный ресурс] — URL: [//www.sustainable-bus.com/news/vdl-introduces-anti-covid-technologies-and-tools-for-class-i-and-coach-range/](https://www.sustainable-bus.com/news/vdl-introduces-anti-covid-technologies-and-tools-for-class-i-and-coach-range/) (дата обращения 24.12.2021).

177. Ultraviolet light to zap coronavirus on subways, buses [Электронный ресурс] — URL: <https://abcnews.go.com/US/ultraviolet-light-zap-coronavirus-york-city-subways-buses/story?id=70770382> <https://metro.co.uk/2020/03/05/buses-blasted-uv-light-rid-coronavirus-12352400/> (дата обращения 24.12.2021).

178. Cleaning and Disinfecting Transit Vehicles and Facilities During a Contagious Virus Pandemic [https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA\\_WP\\_Cleaning\\_and\\_Disinfecting\\_Transit\\_Vehicles\\_and\\_Facilities\\_During\\_a\\_Contagious\\_Virus\\_Pandemic\\_FINAL\\_6-22-2020.pdf](https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA_WP_Cleaning_and_Disinfecting_Transit_Vehicles_and_Facilities_During_a_Contagious_Virus_Pandemic_FINAL_6-22-2020.pdf) [Электронный ресурс] — URL: [//www.apta.com/wp-content/uploads/APTA\\_WP\\_Cleaning\\_and\\_Disinfecting\\_Transit\\_Vehicles\\_and\\_Facilities\\_During\\_a\\_Contagious\\_Virus\\_Pandemic\\_FINAL\\_6-22-2020.pdf](https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA_WP_Cleaning_and_Disinfecting_Transit_Vehicles_and_Facilities_During_a_Contagious_Virus_Pandemic_FINAL_6-22-2020.pdf) (дата обращения 24.12.2021).

179. ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха : дата введения 2004-04-01 [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032260> (дата обращения 22.01.2021).

180. SARS-CoV-2 UV Dose-Response Behavior : White Paper Prepared for IUVA / E.R. Blatchley, B. Petri, W. Sunc, L.A. Rieth, Professor in Environmental En-

gineering, Purdue University [Электронный ресурс]. – URL: <https://iuva.org/resources/covid-19/SARS%20CoV2%20Dose%20Response%20White%20Paper.pdf> (дата обращения 25.01.2021)

181. ГОСТ IEC 62471-2013. Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем : утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2013 г. № 971-ст [Электронный ресурс]. – 2013. – 39 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104817>.

182. Экономический ущерб онкологических заболеваний, ассоциированных с модифицируемыми факторами риска / А.В. Концевая, Ю.А. Баланова, А.О. Мырзаматова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 133–141. – DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.15.

183. Экономический ущерб от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации а 2016 году / А.В. Концевая, О.М. Драпкина, А.Э. Имашева [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 156–166. – DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-2-156-166.

184. Егоршин, А.П. Об экономическом эффекте снижения уровня заболеваемости и инвалидности населения / А.П. Егоршин, Н.А. Полина // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2015. – Т. 59, № 1. – С. 22–25.

## Приложение А

Таблица – Результат оценки риска утраты здоровья РЛБ локомотива на электрической тяге

Идентифицированные опасности	Весовой коэффициент ущерба	Весовой коэффициент вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям	Риски на рабочем месте	Оценка значимости риска на рабочем месте
Шум	15	3	0,11	1,7	10,7	Высокий
Вибрация общая	10	3	0,11	1,1		
Комплекс климатических факторов	10	7	0,27	2,7		
Напряженность трудового процесса	15	7	0,27	4,1		
Тяжесть трудового процесса	10	3	0,11	1,1		
Исход не связанный с наступлением ущерба	0	3	0,11	0		

## Приложение Б

Таблица – Величина выбросов загрязнителя при сжигании тонны дизельного топлива железнодорожным транспортом [35].

Загрязнитель	Значение	На тонну топлива	Загрязнитель	Значение	На тонну топлива
СО	10,7	кг	Cr	0,005	г
NO <sub>x</sub>	52,4	кг	Cu	1,7	г
ЛОС	4,65	кг	Ni	0,07	г
NH <sub>3</sub>	0,007	кг	Se	0,01	г
ОКВЧ	1,52	кг	Zn	1	г
ТЧ <sub>10</sub>	1,44	кг	Бенз(а)пирен	0,03	г
ТЧ <sub>25</sub>	1,37	кг	Бенз(б)флуорантен	0,05	г
Cd	0,01	г	Бенз(а)антрацен	0,08	г
			Дибенз(а,h)антрацен	0,01	г

## Приложение В

### Климатические характеристики по г. Санкт-Петербургу

Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды  
Северо-Западное межрегиональное территориальное управление

Государственное учреждение  
«Санкт-Петербургский центр  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды с региональными функциями»  
(ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р»)

Юридический адрес:  
199106, г. Санкт-Петербург, В.О., 23 линия, д.2а.  
Фактический адрес:  
197022, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д.48  
ОКПО 58302832, ОГРН 1037800007684,  
ИНН 7801201880/ КПП 780101001  
тел. 234-12-74, факс 234-56-04  
E-mail: [secretary@meteo.nw.ru](mailto:secretary@meteo.nw.ru)

10.06.2010г. № 20/07-11/ 552 рк  
На № 1-656 от 28.05.2010г.

Предоставляем климатические характеристики по г. Санкт-Петербургу

1. Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А.....160
2. Коэффициент рельефа местности.....1
3. Средняя максимальная температура воздуха (С°)  
наиболее жаркого месяца (июля).....22.3
4. Средняя температура воздуха (С°) наиболее  
холодного месяца (января).....-6.9
5. Повторяемость направлений ветра и штилей за год, %
 

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
10	9	9	10	15	19	19	9	10
6. Скорость ветра, повторяемость превышения которой  
составляет 5%, м/с.....5

Начальник  
ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р»



Ю.Д. Малашии

Исполнитель:  
Потилова Е.В.  
328-13-61



## Приложение Г

## Фоновое загрязнение атмосферы


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

Федеральное государственное  
унитарное предприятие  
"Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха"  
ФГУП "НИИ Атмосфера"

Federal State Unitary Enterprise  
"Scientific Research Institute  
of Atmospheric Air Protection"  
FSUE "SRI Atmosphere"

194021, г. Санкт-Петербург,  
ул. Карбышева, 7  
тел.: (812) 297-8662  
факс: (812) 297-8662  
E-mail: info@nii-atmosphere.ru  
ОКПО: 23126426 ОКОНУ: 13376  
ОГРН: 1027801575724 ИНН: 7802038234

194021, St. Petersburg, Russia,  
Karbyshev st, 7  
Phone: (812) 297-8662  
Fax: (812) 297-8662  
E-mail: info@nii-atmosphere.ru

Исх № 1295/33-07 от 14.12 2006 г.

На № 1186-05/06 от 30.11 2006 г.

[о расчетном фоне на  
перспективу (2015 и 2025 г.г.)]

Генеральному директору  
ЗАО «НИПИ территориального развития  
и транспортной инфраструктуры»  
А. И. Солодкому

194044, Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 36.

Направляем Вам расчетные оценки фонового загрязнения атмосферы на расчетную перспективу (2015 и 2025 г.г.) для выполнения проекта строительства IV очереди Западного скоростного диаметра, подготовленные на основе результатов сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга выбросами промышленности и автотранспорта.

г. Санкт-Петербург

Участок ЗСД	Фоновые концентрации, доли ПДК				
	При скорости ветра 0 – 2 м/с	При скорости ветра 3 – 7 м/с и направлениях:			
		С	В	Ю	З
<b>Перспектива 2015 г.</b>					
Азота диоксид (азот (IV) оксид) (код 301)					
от р.Екатерингофки до Морского канала	0,48-0,53	0,25-0,27	0,22-0,29	0,35-0,39	0,07-0,12
от Морского канала до южной оконечности Васильевского острова	0,34-0,38	0,11-0,12	0,21-0,22	0,23-0,26	0,01-0,02
Углерод оксид (код 337)					
от р.Екатерингофки до Морского канала	0,11-0,15	0,02-0,04	0,03-0,06	0,14-0,18	0,01
от Морского канала до южной оконечности Васильевского острова	0,03-0,08	0,01-0,02	0,02	0,02	<0,01
<b>Перспектива 2025 г.</b>					
Азота диоксид (азот (IV) оксид) (код 301)					
от р.Екатерингофки до Морского канала	0,33-0,38	0,25-0,27	0,18-0,23	0,22-0,25	0,06-0,09
от Морского канала до южной оконечности Васильевского острова	0,22-0,27	0,07-0,10	0,15-0,17	0,16-0,18	0,01-0,02

Участок ЗСД	Фоновые концентрации, доли ПДК				
	При скорости ветра 0 – 2 м/с	При скорости ветра 3 – 7 м/с и направлениях:			
		С	В	Ю	З
Углерод оксид (код 337)					
от р.Екатерингофки до Морского канала	0,10-0,15	0,01-0,03	0,02-0,05	0,10-0,14	0,01
от Морского канала до южной оконечности Васильевского острова	0,03-0,08	<0,01	0,02	0,01	<0,01

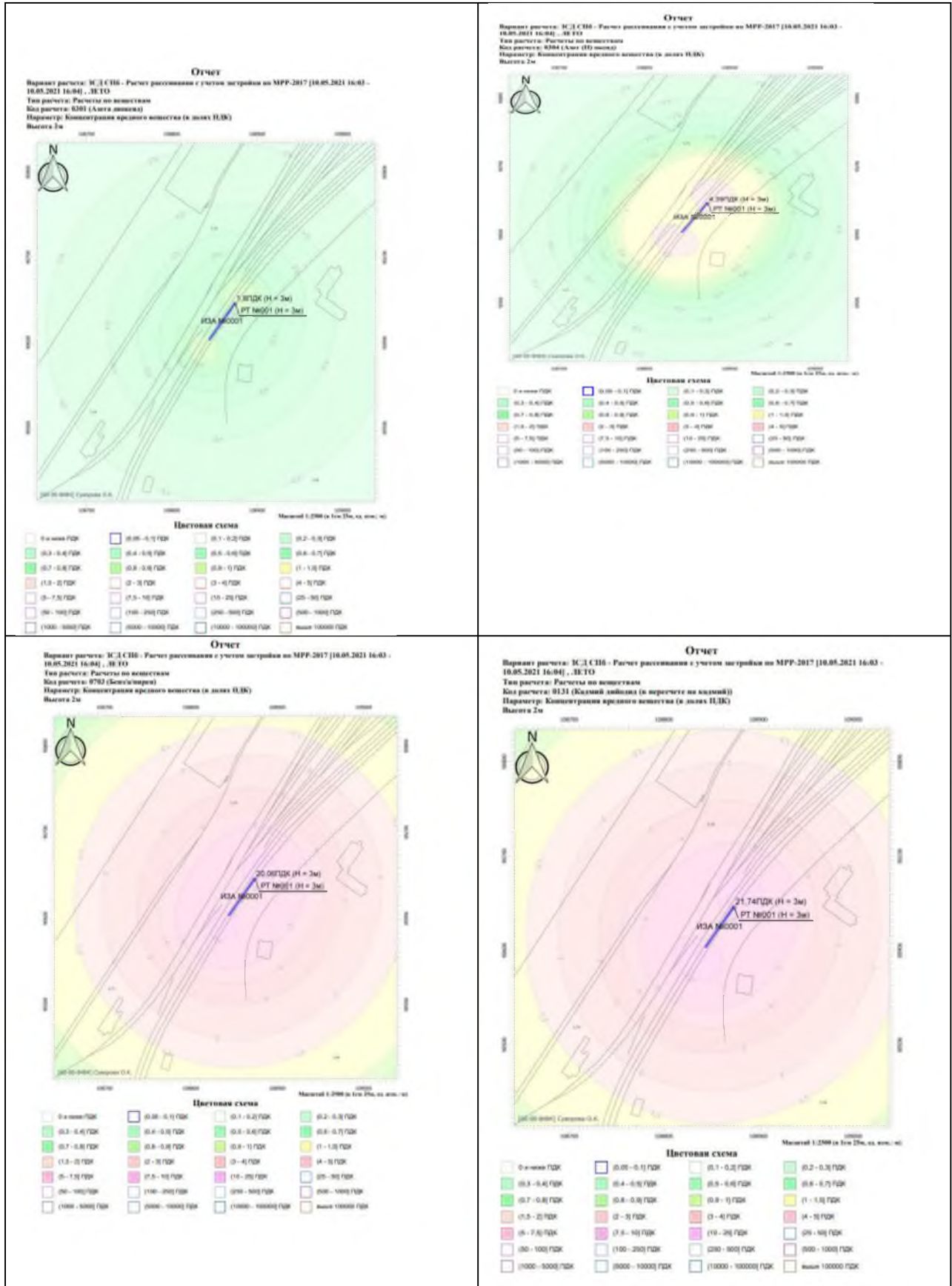
По азота оксиду (код 304), саже (код 328), серы диоксиду (код 330), бенз/а/пирену (код 703), формальдегиду (код 1325), бензину (код 2704) и керосину (код 2732) расчетные фоновые концентрации на расчетную перспективу (2015 и 2025 г.г.) не превысят 0,05 ПДК.

И.о. директора ФГУП «НИИ Атмосфера»



А. Ю. Недре

Приложение Д



### Приложение Е

Величина показателя риска развития основных нозологических форм у работников локомотивных бригад, обслуживающих новые электровозы и электровозы, прошедшие капитальный ремонт

Органы и системы	Риск развития патологии							
	Срок эксплуатации	Стаж, лет						
		5	10	15	20	25	30	35
Органы дыхания	ЭПКР	4,6	9,2	15	20	26,75	32,1	37,45
	ЭН	4,6	9,2	15	20	26,75	32,1	37,45
	неэкспонированные	4,1	9	12	16,5	19,8	21,6	24,3
Нейросенсорная тугоухость	ЭПКР	16,5	33	90	120	157,5	189	220,5
	ЭН	16,5	27,5	75	100	131,3	157,5	183,8
	неэкспонированные	4,5	9	13,5	40	50	68,9	92,4
Сердечно-сосудистая система	ЭПКР	15,75	31,5	105	140	187,25	304,5	355,25
	ЭН	15,75	27	90	120	160,5	261	304,5
	неэкспонированные	4,5	9	13,5	40	50	87	101,5
Костно-мышечная система	ЭПКР	11	22	60	80	101	126	141,4
	ЭН	11	22	60	80	97	112	131,4
	неэкспонированные	2,5	5	7,5	40	50	64,2	74,9
Желудочно-кишечный тракт	ЭПКР	12	24	60	80	102	166,8	194,6
	ЭН	12	18	45	60	76,5	125,1	146
	неэкспонированные	6	12	18	40	50	53,4	57,3
Общее заболевание	ЭПКР	26,4	52,8	120	160	258	309,6	361,2
	ЭН	26,4	46,2	105	140	225,8	270,9	316,1
	неэкспонированные	6,6	13,2	19,8	40	50	77,4	90,3

Величина показателя риска развития основных нозологических форм у работников локомотивных бригад, обслуживающих новые тепловозы и электровозы, прошедшие капитальный ремонт

Стаж, лет	Риск развития патологии при обслуживании тепловозов?											
	Органы дыхания		НСТ		ССС		КМС		ЖКТ		Общее заболевание	
	ТПКР	ТН	ТПКР	ТН	ТПКР	ТН	ТПКР	ТН	ТПКР	ТН	ТПКР	ТН
5	4,6	4,6	16,5	16,5	15,75	15,75	11	11	12	12	26,4	26,4
10	36,8	27,6	38,5	33	36	31,5	27,5	22	24	18	59,4	52,8
15	60	45	105	90	120	105	75	60	60	45	135	120
20	81,3	58,5	140	120	160	140	100	80	80	60	180	160
25	107	80,25	183,8	157,5	214	187,3	126,3	101	102	76,5	290,3	258
30	128,4	96,3	220,5	189	348	304,5	157,5	126	166,8	125,1	348,3	309,6
35	149,8	112,4	257,3	220,5	406	355,3	178,2	141,4	194,6	145,95	406,4	361,2





Федеральное государственное унитарное предприятие  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА»  
(ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)  
Лаборатория коммунальной гигиены и эпидемиологии

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующая лабораторией  
коммунальной гигиены и  
эпидемиологии, д.м.н.



Ж.В. Овечкина

«27» января 2020 г.

Методические рекомендации

**«Оценка профессионального риска работников железнодорожного  
транспорта»**

Москва 2020 г.

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021618616

**Риск развития профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» ФГБОУ ВО ПГУПС (RU)*

Автор(ы): *Леванчук Леонид Александрович (RU)*

Заявка № 2021617589

Дата поступления 18 мая 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 29 мая 2021 г.



*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Изrael*



Федеральное государственное унитарное предприятие  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА»  
(ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)

Акт

о внедрении методических рекомендаций «Оценка профессионального риска работников железнодорожного транспорта», разработанных Леванчуком Леонидом Александровичем в научную деятельность лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований

Комиссия в составе:

Председателя комиссии – заведующая лабораторией коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований, доктор медицинских наук Овечкина Жанна Васильевна;

члена комиссии – ведущий научный сотрудник лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований, доктор технических наук Сачкова Оксана Сергеевна.

Комиссия составила настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы, посвященной обоснованию мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников железнодорожного транспорта, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы в деятельности лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии в виде:

- методических рекомендаций «Оценка профессионального риска работников железнодорожного транспорта»;
- программы для ЭВМ для автоматизации расчетов риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии у работников железнодорожного транспорта.

Обоснование процедуры методики расчета позволило усовершенствовать понятийный аппарат в области характеристики влияния «человеческого фактора» на безопасность движения транспорта. Использование программы для ЭВМ дало возможность количественно характеризовать уровень профессиональной надежности и профессионального риска у работников железнодорожного транспорта.

Председатель комиссии:

Ж.В. Овечкина

Член комиссии:

О.С. Сачкова







**ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
ОКТЯБРЬСКАЯ  
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА**

пл.Островского, 2, г. Санкт-Петербург, 191023,  
Тел.: (812) 457-64-45, факс: (812) 457-66-99,  
E-mail: orw@orw.ru, www.ozd.rzd.ru

**УТВЕРЖДАЮ**

Главный инженер  
Октябрьской железной дороги

В.И.Иванов

от « 5 » мая 2022 г. № ОКТНБТ-9

**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

в деятельность Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» результатов пилотного проекта по проведению опытной оценки эффективности проведения процедуры выявления опасностей и значений профессиональных рисков работников локомотивных бригад на полигоне Октябрьской железной дороги, реализованного в соответствии с распоряжением от 12.10.2021 № ОКТ-1077/р, на основе методических рекомендаций «Оценка профессионального риска работников железнодорожного транспорта» разработанных Дунаевой Динары Маратовны и выполненных в рамках реализации работ по направлению «Техносферная безопасность транспортных систем».

В деятельность Октябрьской железной дороги – филиала ОАО РЖД» внедрены результаты пилотного проекта по проведению опытной оценки эффективности проведения процедуры выявления опасностей и значений профессиональных рисков работников локомотивных бригад, и методические рекомендации «Оценка профессионального риска работников железнодорожного транспорта».

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Начальник службы охраны труда и промышленной безопасности Октябрьской железной дороги

А.К.Иванов



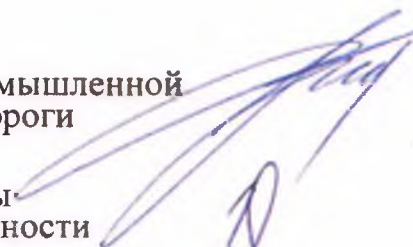
Начальник отдела охраны труда службы  
охраны труда и промышленной безопасности  
Октябрьской железной дороги



Н.А.Зайцева

удостоверяем, что результаты разделов научной работы соискателя Дунаевой Динары Маратовны внедрены в деятельность Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» и используются при обосновании профилактических мероприятий направленных на обеспечение требований охраны труда и промышленной безопасности.

Начальник службы охраны труда и промышленной  
безопасности Октябрьской железной дороги



А.К.Иванов

Начальник отдела охраны труда службы  
охраны труда и промышленной безопасности  
Октябрьской железной дороги



Н.А.Зайцева

Общество с ограниченной ответственностью  
**«Институт медико-экологических проблем  
и оценки риска здоровью –  
Строительство Проектирование»  
(ООО «ИМЭПОРЗ - СП»)**

Юр адрес: 198035, Санкт-Петербург,  
Гапсальская ул., д. 1, корп.2, литер О, офис 412  
Тел.: 319-32-77, факс: 319-32-99  
[www.imeporz.ru](http://www.imeporz.ru)

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
ООО «ИМЭПОРЗ-СП»



М.Е. Конвиссер

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Настоящий акт составлен в том, что результаты диссертационной работы Леванчука Леонида Александровича, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, в части разработки и апробации методических рекомендаций по оценке и прогнозу профессиональной пригодности работников локомотивных бригад на основе расчета риска развития производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний в результате воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса, использованы в деятельности ООО «ИМЭПОРЗ-СП» в виде программы для ЭВМ, автоматизирующей расчеты и анализ риска.

Руководитель органа по оценке риска

A handwritten signature in red ink, appearing to read 'Artyemenko'.

Е. А. Артеменко



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ  
ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И  
БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ОБЩЕСТВЕННОГО  
ЗДОРОВЬЯ»

2-Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036

Тел: 8(812) 717-97-83, Факс: 8(812) 717-02-64

e-mail: [s-znc@mail.ru](mailto:s-znc@mail.ru)

ОГРН 1037843133316 ОКПО 01966472

ОКАТО 40298564000 ИНН / КПП 7815001513 / 784201001

«УТВЕРЖДАЮ»

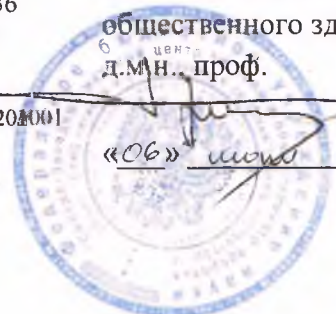
Заместитель директора Федерального  
бюджетного учреждения науки «Северо-  
Западный научный центр гигиены и  
общественного здоровья»

д.м.н., проф.

Фридман К.Б.

«06» июня 2021 г.

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_



## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Настоящим актом подтверждаем, что результаты диссертационной работы Леванчука Леонида Александровича, посвященной обоснованию мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы в деятельности ФБУН СЗНЦ «Гигиены и общественного здоровья» в виде:

1. Методики оценки и прогноза профессиональной надежности и профессионального риска работников локомотивных бригад магистрального грузового и пассажирского движения, которая позволила усовершенствовать понятийный аппарат в области характеристики влияния «человеческого фактора» на безопасность движения транспорта и количественно характеризовать уровень профессиональной надежности и профессионального риска у работников локомотивных бригад.

2. Программы для ЭВМ для автоматизации расчетов риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии у машинистов и помощников машинистов локомотивов.

Руководитель отдела анализа рисков  
здоровью населения, к.м.н.

Г.Б. Еремин



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –  
проректор по учебной работе

Блажко Л.С.

« 07 / 06 / 2021 г.

АКТ

Об использовании результатов  
кандидатской диссертационной работы  
Леванчука Леонида Александровича

Комиссия в составе:

**Председатель:** начальник учебного управления д.э.н. профессор Т.П. Сацук

**Члены комиссии:** председатель учебно-методического совета факультета «Промышленное и гражданское строительство» к.т.н., доцент Н.В. Твардовская, заместитель заведующего кафедрой «Техносферная и экологическая безопасность» к.т.н., доцент Лыщик А.В.

Комиссия составила настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы посвященной обоснованию мероприятий по улучшению условий труда работников локомотивных бригад магистрального движения, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы в учебном процессе кафедры «Техносферная и экологическая безопасность».

Результаты исследования представлены в следующем виде:

методика расчета и моделирования профессиональной надежности работников локомотивных бригад в зависимости от условий труда и стажа работы;

рекомендации, направленные на снижение интенсивности неблагоприятного влияния физических, химических и биологических факторов рабочей среды, а также тяжести и напряженности трудового процесса на профессиональную пригодность и профессиональную надежность работников локомотивных бригад магистрального движения.

Использование указанных результатов позволяет повысить уровень преподавания дисциплин «Производственная безопасность», «Гигиена труда и производственная санитария», «Надзор и контроль в сфере безопасности» при подготовке специалистов по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность технологических процессов и производств».

Председатель комиссии

Т.П. Сацук

Члены комиссии:

А.В. Лыщик

Н.В. Твардовская