

В. Н. Нестерук, Д. А. Рудиков

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного исследования условий труда и оценки рисков для здоровья работников локомотивных бригад магистрального движения (РЛБМД). Установлены количественные зависимости между воздействием вредных факторов производственной среды (виброакустических, химических, микроклиматических и биологических) и показателями профессионально-обусловленной и профессиональной патологии. Разработаны и научно обоснованы организационные, технические и санитарно-гигиенические мероприятия, направленные на снижение профессиональных рисков и сохранение здоровья РЛБМД. Показана социально-экономическая эффективность предлагаемых решений.

Ключевые слова: работники локомотивных бригад, условия труда, профессиональный риск, виброакустические факторы, химическое загрязнение, биологический фактор, мероприятия по охране труда, ультрафиолетовое обеззараживание.

Для цитирования: Нестерук, В. Н. Методы снижения влияния человеческого фактора на безопасность труда на железнодорожном транспорте / В. Н. Нестерук, Д. А. Рудиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 4. – С. 67–71. – DOI 10.46973/1818-5509_2025_4_67.

Введение. Железнодорожный транспорт является основой транспортной системы Российской Федерации. Эксплуатационная протяженность сети железных дорог общего пользования составляет 85,5 тыс. км, а парк магистральных локомотивов превышает 11 тыс. единиц [1, 8–12]. Работники локомотивных бригад (РЛБ) обеспечивают безопасность движения и бесперебойность перевозочного процесса. Их численность достигает 115 тыс. человек, что делает данную профессиональную группу одной из наиболее массовых в отрасли.

Трудовая деятельность РЛБ характеризуется воздействием комплекса неблагоприятных факторов рабочей среды и высокой напряженностью трудового процесса. По данным ВОЗ/МОТ, ежедневно в мире в результате заболеваний и травм, связанных с трудом, погибает около 5 тыс. человек [2]. В Российской Федерации ежегодно регистрируется до 7 тыс. профессиональных заболеваний, при этом на железнодорожном транспорте работники локомотивных бригад занимают лидирующее место по уровню профессиональной заболеваемости [3].

Несмотря на тенденцию снижения уровня профессиональной патологии, наблюдается рост производственно-обусловленных заболеваний, в частности сердечно-сосудистой, опорно-двигательной и дыхательной систем. Это вызывает значительные социально-экономические потери, включая медицинские расходы, выплаты пособий и потери ВВП вследствие преждевременной смертности и инвалидности [4].

Пандемия COVID-19 актуализировала проблему биологических рисков, ранее недооценённых в оценке условий труда локомотивных бригад. В связи с этим разработка научно обоснованного комплекса мер по сохранению здоровья и профессиональной работоспособности РЛБ является приоритетной задачей в системе управления профессиональными рисками на железнодорожном транспорте.

Цель исследования. Разработка элементов информационно-коммуникационной технологии для объективизации данных о состоянии условий труда РЛБ и обоснование комплекса организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на сохранение их здоровья и профессиональной трудоспособности.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на локомотивах грузового и пассажирского движения, разделённых на четыре группы: электровозы и тепловозы, прошедшие капитальный ремонт (ЭПКР, ТПКР), и новые локомотивы (ЭН, ТН). Для каждой группы было отобрано по 10 локомотивов различных серий и годов выпуска.

Оценка факторов рабочей среды осуществлялась в соответствии с требованиями [5–7]:

- Приказа Минтруда России от 24.01.2014 № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда»;

- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности факторов среды обитания»;

- СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».

Применялись методы расчета неканцерогенного и канцерогенного риска (Р 2.1.10.1920-04), статистический анализ заболеваемости, регрессионный и факторный анализ, а также компьютерное моделирование воздушных потоков с использованием SolidWorks Flow Simulation.

Для автоматизации оценки разработана зарегистрированная в Роспатенте программа для ЭВМ «Риск развития профессионально-обусловленной и профессиональной патологии у работников локомотивных бригад» (№ 2021618616).

Результаты исследования и обсуждение. Гигиеническая оценка условий труда

Установлено, что на работников локомотивных бригад воздействует совокупность вредных и опасных факторов:

- уровни шума в кабинах локомотивов достигают 108 дБА при ПДУ 80 дБА;

- общая вибрация превышает нормативы по вертикальным составляющим до 14 раз;

- в тепловозах зафиксировано превышение концентрации диоксида азота в 10–11 раз;

- перепады температур по вертикали в кабинах составляют 10–18 °С;

- в условиях эпидемической напряжённости возрастает роль биологического фактора.

Тяжесть и напряжённость труда оценены как вредные условия 1–2 ст. (классы 3.1–3.2).

Оценка профессиональных рисков [8–14]. Суммарный индекс неканцерогенного риска (Н_и) для локомотивных бригад, работающих на тепловозах после капитального ремонта, составил 13,5, что соответствует чрезвычайно высокому уровню риска. Основными мишенями воздействия являются органы дыхания, сердечно-сосудистая и иммунная системы. Канцерогенный риск при эксплуатации тепловозов ТПКР достигает $5,2 \times 10^{-3}$, что эквивалентно 52 дополнительным случаям онкологических заболеваний на 10 тыс. работников в год.

Биологический фактор и профилактические меры. Моделирование распространения аэрозолей в кабине локомотива показало, что использование ультрафиолетовых рециркуляторов с длиной волны 254–265 нм снижает концентрацию микроорганизмов на 95% за 5 минут и обеспечивает безопасную микробиологическую среду при 8-часовом пребывании.

Социально-экономическая эффективность. Расчёты показали, что общие ежегодные потери от профессиональной патологии РЛБМД достигают 2,27 млрд руб. Внедрение комплекса профилактических мер позволяет сократить затраты на 257 млн руб. ежегодно.

Заключение. Проведенное комплексное исследование позволило разработать научно обоснованный комплекс мероприятий по улучшению условий труда и сохранению здоровья работников локомотивных бригад магистрального движения. Установлены количественные зависимости между воздействием комплекса факторов производственной среды и показателями риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии у РЛБМД. Определены критические возрастные периоды и стажевые характеристики формирования профессиональной патологии.

Практические рекомендации:

Технические меры: Ускоренное обновление парка локомотивов; совершенствование шумо- и виброзащиты кабин; оснащение систем вентиляции установками ультрафиолетового обеззараживания воздуха.

Организационные меры: Оптимизация режимов труда и отдыха с учетом дозовой нагрузки вредных факторов; использование разработанной программы для ЭВМ для прогнозирования индивидуальных рисков.

Санитарно-гигиенические меры: Регулярный контроль биологического загрязнения воздушной среды и поверхностей; внедрение систем мониторинга условий труда в реальном времени.

Реализация предложенного комплекса мер обеспечит значительное снижение профессиональных рисков, сохранение профессионального долголетия РЛБМД и повышение безопасности железнодорожных перевозок.

Перспективы дальнейших исследований включают изучение сочетанного действия факторов рабочей среды в условиях возрастающей интенсивности перевозок, разработку методов ранней диагностики профессионально-обусловленных заболеваний и совершенствование системы управления профессиональными рисками.

Список литературы

1. Транспорт в России. 2020: статистический сборник / Росстат. – М., 2020. – 108 с.
2. Доклад ВОЗ/МОТ (2021) «Профилактические меры по снижению профессиональных заболеваний и травматизма».
3. Данные НИИ медицины труда им. акад. Н.Ф. Измерова «Анализ профессиональной заболеваемости в Российской Федерации».
4. Леванчук Л. А. Обоснование комплекса мероприятий по обеспечению безопасности производственного процесса работников локомотивных бригад: дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2022. – 141 с.
5. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда: Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 09.12.2022) // Российская газета. – 2014. – № 84.
6. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685-21: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021 // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103020024>.

References

1. Transport in Russia. 2020: statistical collection / Rosstat. – M., 2020. – 108 p.
2. WHO/ILO Report (2021) "Preventive measures to reduce occupational diseases and injuries".
3. Data from the N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Medicine "Analysis of occupational morbidity in the Russian Federation".
4. Levanchuk L. A. Justification of a set of measures to ensure the safety of the production process of locomotive crew workers: diss. ... Cand. of Technical Sciences. - St. Petersburg, 2022. - 141 p.
5. On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions: Order of the Ministry of Labor of Russia dated January 24, 2014 No. 33n (as amended on December 9, 2022) // Rossiyskaya Gazeta. - 2014. - No. 84.
6. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans: SanPiN 1.2.3685-21: approved. By the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on January 28, 2021 // Official Internet portal of legal information. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103020024>.

7. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Р 2.1.10.1920-04: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 25 с.

8. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050. – EDN JZEOEI.

9. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6. – EDN YAKRTF.

10. **Борисова, А. В.** Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности труда / А. В. Борисова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1(50). – С. 5-7. – EDN UPKIKM.

11. **Воробинская, Л. И.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Л. И. Воробинская, В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2(51). – С. 18-21. – EDN OYYDZB.

12. **Веревкина, О. И.** Влияние человеческого фактора на проблемы повышения безопасности движения / О. И. Веревкина, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 4. – С. 16-21. – EDN YMAPKP.

13. Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Тациян, Т. А.

7. Guidelines for assessing occupational risks to workers' health. Organizational and methodological foundations, principles and criteria for assessment: R 2.1.10.1920-04: approved. by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 05.03.2004. – M.: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of Russia, 2004. – 25 p.

8. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050. – EDN JZEOEI.

9. **Finochenko, T. A.** Decent work - safe work / T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2018. - No. 2. - P. 5-6. - EDN YAKRTF.

10. **Borisova, A. V.** Risk-oriented approach to ensuring occupational safety / A. V. Borisova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2020. - No. 1 (50). - P. 5-7. - EDN UPKIKM.

11. **Vorobinskaya, L. I.** Special assessment of working conditions as an information base for the implementation of a risk-based approach in occupational safety / L. I. Vorobinskaya, V. A. Finochenko, T. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2020. - No. 2 (51). - P. 18-21. - EDN OYYDZB.

12. **Verevkina, O. I.** Influence of the human factor on the problems of improving traffic safety / O. I. Verevkina, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2017. - No. 4. - P. 16-21. - EDN YMAPKP.

13. Current Issues of Occupational Safety and Health in Production /

Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104.

14. **Баланов, И. А.** Безопасный труд при эксплуатации железнодорожного подвижного состава / И. А. Баланов, Ю. А. Антонов, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(67). – С. 19-24.

M. E. Tsabolova, A. A. Tashchian, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2024. - No. 1 (66). - P. 100-104.

14. **Balanov, I. A.** Safe work during operation of railway rolling stock / I. A. Balanov, Yu. A. Antonov, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2024. - No. 2 (67). - P. 19-24.

V. N. Nesteruk, D. A. Rudikov

METHODS OF REDUCING THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON OCCUPATIONAL SAFETY IN RAILWAY TRANSPORT

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study of working conditions and health risk assessment for locomotive crews engaged in mainline operations. Quantitative relationships between harmful occupational factors (vibration, acoustic, chemical, microclimatic, and biological) and the indicators of occupationally conditioned and occupational diseases were established. Organizational, technical, and sanitary-hygienic measures aimed at reducing occupational risks and preserving the health of locomotive crew members were developed and scientifically substantiated. The socio-economic efficiency of the proposed measures is demonstrated.

Keywords: locomotive crews, working conditions, occupational risk, vibration and acoustic factors, chemical pollution, biological factor, occupational health measures, ultraviolet disinfection.

For citation: Nesteruk, V. N. Methods of Reducing the Influence of the Human Factor on Occupational Safety in Railway Transport / V. N. Nesteruk, D. A. Rudikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 4. – P. 67–71. – DOI 10.46973/1818-5509_2025_4_67.

Сведения об авторах

Нестерук Вероника Николаевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедры «Безопасность жизнедеятельности»,
студент,
e-mail: nesteruknika@gmail.com

Рудиков Дмитрий Алексеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедры «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент
e-mail: d-studio@mail.ru

Information about the authors

Nesteruk Veronika Nikolaevna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Student,
e-mail: nesteruknika@gmail.com

Rudikov Dmitry Alekseevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: d-studio@mail.ru