

ISSN 1818-5509

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

ТРУДЫ
РОСТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Научно-технический журнал

№ 3 (72)
2025

Ростов-на-Дону

ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения

2025
№ 3 (72)

Научный журнал.
Регистрационный номер
ПИ № ФС77-79264 от 16 октября 2020 г.
Федеральной службы по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Издается с ноября 2005 г.

В журнале размещены материалы, рекомендованные к публикации оргкомитетом по результатам 8-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности»

Учредитель
Ростовский государственный университет путей сообщения

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор журнала

Владимир Иванович Колесников, академик Российской академии наук,
доктор технических наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Владимир Дмитриевич Верескун, д-р техн. наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Александр Николаевич Гуда, д-р техн. наук, профессор, заместитель главного редактора,
РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Виктор Федорович Асминин, д-р техн. наук, профессор, ВГЛТУ, г. Воронеж

Олег Андреевич Ворон, д-р техн. наук, доцент, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Артем Евгеньевич Литвинов, д-р техн. наук, доцент, КубГТУ, г. Краснодар

Николай Николаевич Новиков, д-р техн. наук, профессор, НАЦИОТ, г. Москва

Александр Дмитриевич Петрушин, д-р техн. наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Рустам Вячеславович Рахимов, д-р техн. наук, профессор, ТГТУ, г. Ташкент

Владимир Александрович Соломин, д-р техн. наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Виктор Анатольевич Финоченко, д-р техн. наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Татьяна Анатольевна Финоченко, канд. техн. наук, доцент, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Александр Николаевич Чукарин, д-р техн. наук, профессор, ДГТУ, г. Ростов-на-Дону

Александр Евгеньевич Шаишурин, д-р техн. наук, профессор, БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

Иван Анатольевич Яицков, д-р техн. наук, профессор, РГУПС, г. Ростов-на-Дону

Ангелина Олеговна Куделина (ответственный секретарь)

Trudy
Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobseniya
Scientific Journal

The scientific journal encompasses papers and materials recommended for publication by the organizing committee based on the results of the 8th All-Russian National Scientific and Practical Conference “Theory and Practice of Health and Safety”.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

V. I. Kolesnikov, Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

V. D. Vereskun, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

A. N. Guda, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don (deputy editor-in-chief)

V. F. Asminin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, VSUFT, Voronezh

O. A. Voron, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, RSTU, Rostov-on-Don

A. E. Litvinov, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, KubSTU, Krasnodar

N. N. Novikov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, NAOSC, Moscow

A. D. Petrushin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

R. V. Rakhimov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, TSTU, Tashkent

V. A. Solomin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

V. A. Finochenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

T. A. Finochenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, RSTU, Rostov-on-Don

A. N. Chukarin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, DSTU, Rostov-on-Don

A. E. Shashurin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, D. F. Ustinov BSTU «VOENMEH», Saint Petersburg

I. A. Yaitkov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

A. O. Kudelina, executive secretary, RSTU, Rostov-on-Don

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

<i>Андрюшкин В.В., Кадыров А.М.</i> Самостоятельные тренировки студенческой молодежи в тренажерном зале: анализ рисков и способы обеспечения безопасности	6
<i>Гришин С.М., Лысенко А.В., Кисловская В.А., Орлова В.С.</i> Обсессивно – компульсивное расстройство: влияние на качество жизни и эффективность трудовой деятельности	10
<i>Завьялов А.Б., Мешкова Е.А.</i> Методологические основы анализа рисков пожара на железнодорожном транспорте	17
<i>Гричишин М.В., Чукарин А.Н.</i> Экспериментальные исследования спектрального состава шума при растачивании на сверлильно-фрезерно-расточных станках.....	24
<i>Мешкова Е.А., Завьялов А.Б.</i> Действующие системы пожарной безопасности на железнодорожном транспорте в РФ.....	33
<i>Переверзев И.Г.</i> Роль факторов рабочей среды в обеспечении высокой работоспособности работников инфраструктуры железнодорожного транспорта.....	42
<i>Рудиков Д.А.</i> Системный подход к обеспечению взрывопожаробезопасности объектов нефтепродуктообеспечения в условиях селитебных территорий: научный анализ и методологические решения.....	47
<i>Финоченко Т.А., Переверзев И.Г.</i> Предложения по совершенствованию комплексной безопасности работников при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом	52
<i>Фомин В.Л.</i> Пищевые добавки в спорте: вопросы эффективности и безопасности	57

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,
ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

<i>Склифус Я.К., Даценко М.Н., Крютченко С.С.</i> Повышение долговечности гидравлических гасителей колебаний подвижного состава	63
<i>Талахадзе Т.З.</i> Гибридная тяговая система локомотива	67
<i>Финоченко Т.А., Подуст С.С., Талахадзе Т.З., Больших И.В.</i> Производственные факторы, воздействующие на работников локомотивных бригад.....	71
<i>Финоченко Т.Э.</i> Методические подходы к анализу организационной структуры предприятия. Функциональный анализ	76

CONTENTS

LABOUR SAFETY

Andrushkin V.V., Kadyrov A.M. Students Independent Training in the Gym: Risk Analysis and Ways to Ensure Safety	6
Grishin S.M., Lysenko A.V., Kislovskaya V.A., Orlova V.S. Obsessive-Compulsive Disorder: Impact on Quality of Life and Work Performance	10
Zavyalov A.B., Meshkova E.A. Methodological Bases of Fire Risk Analysis on Railway Transport	17
Grichishin M.V., Chukarin A.N. Experimental Studies of the Spectral Composition of Noise During Boring of Drilling-Milling-Boring Machines	24
Meshkova E.A., Zavyalov A.B. Current Fire Safety Systems on Railway Transportation in Russian Federation	33
Pereverzev I.G. The Role of Working Environment Factors in Ensuring High Efficiency of Railway Transport Infrastructure Workers	42
Rudikov D.A. Systemic Approach to Safeguarding Petroleum Product Supply Facilities in Urban Residential Settings: Scientific Insights and Methodological Solutions	47
Finochenko T.A., Pereverzev I.G. Proposals for Improving the Integrated Safety of Workers during the Transportation of Dangerous Goods by Rail	52
Fomin V.L. Food Additives in Sport: Questions of Efficiency and Safety	57

RAILWAY ROLLING STOCK, TRAIN TRACTION AND ELECTRIFICATION

Sklifus Y.K., Datsenko M.N., Kryutchenko S.S. Increasing the Durability of Hydraulic Vibration Dampers of Rolling Stock	63
Talakhadze T.Z. Hybrid Locomotive Traction System	67
Finochenko T.A., Podust S.S., Talakhadze T.Z., Bolshikh I.V. Production Factors Affecting Locomotive Crew Workers	71
Finochenko, T.E. Methodological Approaches to the Analysis of the Organizational Structure of an Enterprise. Functional Analysis	76

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

УДК: 796/799

*В. В. Андрюшкин, А. М. Кадыров***САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВКИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ
В ТРЕНАЖЕРНОМ ЗАЛЕ: АНАЛИЗ РИСКОВ И СПОСОБЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Аннотация. Рассматриваются риски, с которыми сталкиваются студенты, заинтересованные в самостоятельных тренировках в тренажерном зале, но не обладающие специальными знаниями организации тренировочного процесса. Выявлены основные особенности тренировок в тренажерном зале, пренебрежение или нарушение которых повышает вероятность получения травм. Отмечена важность специальных знаний и опыта организации тренировочного процесса.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, здоровьесбережение, самостоятельные занятия, студенты, тренажерный зал, травмы

Для цитирования: Андрюшкин, В. В. Самостоятельные тренировки студенческой молодежи в тренажерном зале: анализ рисков и способы обеспечения безопасности / В. В. Андрюшкин, А. М. Кадыров // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 6 – 9.

Актуальность. Вопросы организации эффективных и безопасных занятий физическими упражнениями студенческой молодежи не теряют своей актуальности на сегодняшний день, несмотря на существенные положительные сдвиги в предоставлении условий для занятий, создания вариативности и разнообразия, а также различные форматы проведения. Сейчас доступны как бесплатные занятия в рамках учебных программ высших и средних профессиональных учебных заведений по физической культуре, занятия в спортивных секциях и клубах, так и тренировки в обширной сети фитнес-клубов на коммерческой основе, к тому же конкурирующих между собой и, соответственно, предоставляющих интересные предложения по комфортности и доступности для клиентов. Кроме того, в составе практически всех учреждений, невзирая на форму собственности и организацию работы, присутствует тренажерный зал, как неотъемлемый атрибут инфраструктуры, поскольку работодатели стремятся минимизировать экономические потери от временной нетрудоспособности работников вследствие различных заболеваний и/или хронической усталости [1]. Тренировки в тренажерном зале должны преследовать цель развития спортивного телосложения и здорового тела, а риск получения травм должен быть сведен к минимуму.

Высшие учебные заведения (вузы) в последнее время расширили не только форматы проведения обязательных и дополнительных занятий по физической культуре, в том числе и в тренажерных залах, но и саму идеологию проведения. Часто это самостоятельный выбор активностей и направленности занятий, включая режимы тренировок, расписание [2]. В каждом конкретном вузе свои традиции, порядок организации подобных занятий. Многие вузы пошли еще дальше: для получения зачета по физической культуре и спорту студенты могут посещать занятия и вне стен вуза, то есть в любом фитнес-клубе.

Цель исследования: изучить риски и перспективы вузовской практики приобщения студенческой молодежи к занятиям физическими упражнениями и здоровому образу жизни путем покупки абонеента в тренажерный зал.

Результаты исследования. Анализ литературы и опыта специалистов показал наличие высокого риска для здоровья студентов, не знающих техники выполнения отдельных двигательных действий, занимающихся без тренера (персонально или в группах). Многие люди берут за образец для занятий в тренажерном зале план или видео тренировки на различных сайтах в интернете, но далеко не каждая программа является рациональной и правильно составленной.

Безусловно, есть видео инструкции, где показано технически выверенное выполнение движений на том или ином упражнении. Допуская, что видео с набором упражнений показывает технически правильные движения, человек, делая его в первый раз, склонен допускать ошибки в технике в большинстве случаев, даже не подозревая о них. Ошибки в технике выполнения упражнений не только повышают риски получения травм, но и понижают эффективность выполняемого упражнения [3].

Оценить общую физическую подготовку, наличие тренировочной базы, реализовать задачи, которые ставит перед собой тренирующийся, такие как, например, сбросить лишний вес, укрепить здоровье или набрать мышечную массу, может человек, обладающий определенной базой знаний и опытом. Если у занимающегося есть проблемы со здоровьем, нужно оптимизировать тренировочный план, который приведет к реабилитации и не навредит организму. Также новички не могут рационально распределить время как отдыха между подходами и упражнениями, так и негативной, позитивной фазы повторения. Исходя из вышеперечисленного, тренер должен составить рациональную тренировочную программу, которая будет преследовать цели тренирующегося. Необходимо и знание общих организационных рекомендаций. Например, не стоит приходить в тренажерный зал при плохом самочувствии, или недавно переболев. Нужно дождаться полного выздоровления и хорошего самочувствия. Приходя в тренажерный зал, стоит взять с собой воду для поддержания терморегуляции и водного баланса. Так же не стоит приходить на тренировку голодным (требуется полноценный прием пищи или хороший перекус за час-полтора до физической нагрузки).

В тренажерном зале особое внимание требует женский контингент занимающихся, как наиболее мотивированный, целеустремленный, настойчивый, самокритичный и, одновременно находящийся в зоне риска из-за чрезмерного напора и ожиданий, особенно в категории слабо подготовленных и ранее систематично не занимающихся силовыми упражнениями [4].

Обязательным условием являются разминка, порядок выполнения упражнений, контроль техники выполнения упражнений, время отдыха между упражнениями и подходами, заминка. Тренировка в обязательном порядке начинается с разминки. Общий порядок разминки по отношению к звеньям тела человека: сверху вниз. В среднем разминка занимает около 10-15 минут. Задача разминки - подготовить сердечно-сосудистую систему и дыхательную систему, нервно-мышечный аппарат к более интенсивной нагрузке [5]. В разминке особое внимание следует дополнительно уделить упражнениям, приближенным по структуре к упражнениям основной части тренировки. Если тренажерный зал оборудован беговыми дорожками, эллиптическими тренажерами, велотренажерами, то перед разминкой добавляется аэробная нагрузка (соответствующая второй зоне интенсивности), около 5 минут при силовой тренировке.

Рекомендуется после полноценной разминки, выполнить подход с легким весом, плавно подводя организм к силовой нагрузке. Пренебрежение разминкой может привести к травмам, а также не позволит реализовать мышечный потенциал согласно выбранной программе тренировок. После полноценной разминки можно переходить к основной части тренировки, то есть к комплексу упражнений в соответствии с тренировочным планом.

Каждое упражнение имеет свою технику, узнать о которой можно у тренера тренажерного зала. Даже штангу при разных упражнениях нужно брать по-разному, а не «как получится» или как кажется правильным [3].

На начальных этапах подготовки необходимо выполнять каждое повторение чисто, без помощи других частей тела, это будет способствовать скорейшей адаптации и набору мышечной массы. Не имея тренировочной базы, лучше начинать с 12-14 повторений от 3 до 5 подходов, в период от месяца до трех. Тем самым мы укрепим и адаптируем связки, суставы и подготовим их к дальнейшей силовой работе.

Далее, если преследуется цель набора мышечной массы, можно переходить на 8-10 повторений в подходе рационально повышая веса, выполняя упражнения до отказа. Прежде чем приступать к сетам на развитие силовых качеств (от 3-5, 6-8 повторений за подход) нужно заложить тренировочную базу и «отточить» технику выполнения упражнений. Отягощения (веса) становятся больше и риски получения травм соответственно возрастают. Технически неправильное выполнение упражнений может привести к получению травм, и снизить долю нагрузки, что замедлит рост мышц.

Заминка, как и разминка, является не менее значимой частью каждого занятия в тренажерном зале, только уже не подготовительной, а заключительной его части. Задачи заминки состоят в постепенном снятии нагрузки с мышц, также необходимо ускорить процесс восстановления и смягчить мышечную боль. Целесообразно включить в заминку упражнения на растяжку, что позволит снять напряжение и восстановить кровообращение. Цель любого растягивания – расслабление мышцы и оптимизация ее состояния. В растянутом положении не следует делать пружинистых движений, особенно в начале, чтобы не вызвать защитное сокращение, предрасполагающее к травме [6]. Важная рекомендация: растягивая мышцы можете закрыть глаза и на каждом выдохе все больше и больше плавно расслабляйте мышцы. Дополнительно, для миофасциального релиза, использовать гимнастический ролл.

Заключение. Таким образом, студент, заинтересованный в тренировках в тренажерном зале, но не разбирающийся в особенностях тренировочного процесса, покупая абонемент и приходя заниматься самостоятельно, сталкивается с комплексом рисков и проблем.

Не обладая базой знаний в технике выполнения упражнений, риск получения травм при занятиях физической культурой в тренажерном зале возрастает, что противоречит самой идее: физическая культура – это здоровье. Неспособность рационально составить программу тренировки, упуская значимость разминки, порядка выполнения упражнений, заминки, приведет к существенному снижению коэффициента полезного действия (КПД) и риски получения травм существенно возрастут. Выполнение упражнений без рывков, особенно на начальных этапах, позволит ускорить набор мышечной массы. Несоблюдение времени отдыха между упражнениями и подходами приведет к чрезмерно большому, потраченному не рационально, промежутку времени, или началу работы в условиях, когда организм занимающегося еще не полностью восстановился до требуемого уровня. Выполнение упражнений с несоответствующим темпом снизит результативность набора мышечной массы. В целом для самостоятельных тренировок в тренажерном зале, как и для выполнения любого другого вида деятельности, нужно обладать определенными знаниями и опытом. И в данном случае необходим специалист (тренер, инструктор) и тот самый упомянутый опыт, который как раз и может быть получен в рамках обязательных теоретических и практических занятий по физической культуре по программе вуза.

Библиографический список

1. **Белавкина, М. В.** Промышленная санитария и гигиена труда. Здоровье и работоспособность. / М. В. Белавкина, А. В. Борисова, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Т. А. Финоченко.- Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2022. – 108 с. ISBN: 978-5-907494-06-0

2. **Чертов, Н. В.** Особенности организации учебных занятий по физическому воспитанию в вузе / Н. В. Чертов // В сборнике: Физическое воспитание и спорт: актуальные вопросы теории и практики. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. отв. ред.: А. А. Ташиян, В. М. Баршай, Т. А. Степанова. Ростов-на-Дону, 2021. – С. 294–299.
3. **Алесенко, А. С.** Травмы в тренажерном зале: виды, причины и рекомендации. / А. С. Алесенко, О. В. Савельева // Физическая культура, спорт и здоровье. – 2019. – № 34. – С. 126–128.
4. **Чертов, Н. В.** Оздоровительный фитнес в системе повышения морфофункциональных возможностей женщин / Н. В. Чертов, Т. Г. Кириллова, В. Л. Фомин // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2024. – Т. 101. – № 3-2. – С. 195–196.
5. **Калянов, В. В.** Правила проведения разминки / В. В. Рогач // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки. Под редакцией М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, А. А. Шестакова. - Самара, 2015. – С. 149–151.
6. **Ефремова, Т. Г.** Фитнес в системе физического воспитания. Учебное пособие. Том. Часть 1 / Т. Г. Ефремова, Т. А. Степанова – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2022. – 176 с. ISBN: 978-5-9275-4115-7

V. V. Andrushkin, A. M. Kadyrov

STUDENTS INDEPENDENT TRAINING IN THE GYM: RISK ANALYSIS AND WAYS TO ENSURE SAFETY

Abstract. The risks faced by students interested in independent training in the gym, but lacking special knowledge of the organization of the training process, are considered. The main features of training in the gym are identified, neglect or violation of which increases the likelihood of injury. The importance of special knowledge and experience in organizing the training process was noted.

Keywords: life safety, health preservation, independent studies, students, gym, injuries

For citation: Andrushkin, V. V. Students Independent Training in the Gym: Risk Analysis and Ways to Ensure Safety / V. V. Andrushkin, A. M. Kadyrov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta puty soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 6 – 9.

Сведения об авторах

Андрюшкин Виктор Владимирович
Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта
Старший преподаватель
e-mail: andrushkin@sfedu.ru

Кадыров Аслан Меджидович
Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта,
доцент,
e-mail: amkadyrov@sfedu.ru

Information about the authors

Andryushkin Viktor Vladimirovich
Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports,
Senior Lecturer,
e-mail: alysenko@sfedu.ru

Kadyrov Aslan Medzhidovich
Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports,
Associate Professor,
e-mail: doshchul@sfedu.ru

УДК: 796/799

*С. М. Гришин, А. В. Лысенко, В. А. Кисловская, В. С. Орлова***ОБСЕССИВНО – КОМПУЛЬСИВНОЕ РАССТРОЙСТВО: ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Аннотация. Систематизированы факторы, влияющие на функциональное состояние, трудоспособность и качество жизни людей с обсессивно-компульсивным расстройством (ОКР). Обсуждаются возможности для повышения эффективности использования существующих подходов облегчения симптомов ОКР. Делается акцент на взаимосвязи между физической активностью, психоэмоциональным состоянием и продуктивностью трудовой деятельности при ОКР.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, обсессивно-компульсивное расстройство, качество жизни, физическая активность.

Для цитирования: Обсессивно – компульсивное расстройство: влияние на качество жизни и эффективность трудовой деятельности / С. М. Гришин, А. В. Лысенко, В. А. Кисловская, В. С. Орлова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 10 – 16.

Актуальность. Обсессивно-компульсивное расстройство (ОКР) относится к одним из наиболее значимых психических недугов современности. По данным эпидемиологических исследований, распространённость ОКР среди населения России составляет около 3 %. Характерными признаками ОКР являются навязчивые мысли (обсессии) и ритуальные действия (компульсии), приводящие к выраженному психоэмоциональному дискомфорту и нарушению социального функционирования человека [1, 2]. Важность темы исследования обусловлена большим бременем, которое несёт ОКР как для самих людей, страдающих этим расстройством и их родственников, так и для системы здравоохранения (в том числе системы охраны труда). У людей с ОКР часто наблюдаются серьёзные функциональные нарушения и значительное снижение качества жизни. При этом даже адекватное применение стандартных методов лечения, таких как когнитивно – поведенческая терапия (КПТ) и селективные ингибиторы обратного захвата серотонина (СИОЗС) или их комбинации, не всегда (до 60% случаев) приводит к клинически значимому снижению симптомов ОКР. Такая статистика указывает на необходимость систематизации существующих факторов риска и поиска дополнительных эффективных методов коррекции, поскольку в большинстве случаев при ОКР имеются различные сопутствующие расстройства [1, 3]: ипохондрия, тревожные расстройства, депрессия, расстройства пищевого поведения, нарушения сна и некоторые другие. Необходимо отметить, что часто дебют ОКР отмечается в детском возрасте, причем у значительной части детей (до 40%) симптомы ОКР сочетаются с тиковыми расстройствами, в частности с синдромом Туретта [4, 5].

Цель исследования: систематизировать факторы, влияющие на функциональное состояние, трудоспособность и качество жизни людей с обсессивно-компульсивным расстройством (ОКР) и изучить возможности для повышения эффективности использования существующих подходов облегчения симптомов ОКР.

Результаты исследования. Анализ научной литературы [1- 6] позволил схематично представить основные диагностические критерии ОКР (рис.1), а также систематизировать группы обсессий и компульсий и их негативное влияние на человека (рис. 2).

Наличие obsessions - нежелательных, навязчивых и/или мучительных мыслей или образов (в т.ч. сексуального, религиозного характера), которые противоречат морально - нравственным ценностям человека

Ощущение дискомфорта, которое выражается в повышенной тревожности (дополнительно возможен страх, стыд) и вызывает значительный дистресс.

Нарушение функционирования человека в обществе - из-за сильного погружения в obsessions и выполнения большого числа нейтрализующих ритуалов (компульсий) человек тратит значительную часть времени на попытки улучшить свое психологическое состояние (это пагубно отражается на личной, семейной, социальной, учебной, профессиональной и других сферах деятельности).

Сохранность критического отношения к своему состоянию - полное или частичное понимание иррациональности своих мыслей и действий (позволяет отличить ОКР от расстройств психотического спектра)

В качестве дополнительных проявлений возможны дисморфические расстройства (патологическая озабоченность своим внешним видом и стойкие попытки замаскировать "дефекты" внешности или исправить их хирургически), патологическая озабоченность запахом собственного тела либо телесно-ориентированные повторяющиеся действия (покусывание губ, раздирание кожи и т.п.).

Рис. 1. Основные диагностические критерии расстройств обсессивно – компульсивного спектра

Страх загрязнения и заражения - человек думает, что на окружающих предметах полно микробов, которые при попадании в его организм вызовут необратимые/ смертельные последствия для здоровья. Компульсии (для нейтрализации опасности и снижения психического напряжения) - уборка помещений, обеззараживание предметов, посещения врачей, гигиенические процедуры, избегающее поведение - намеренно не прикасается к предметам общего пользования.

Страх нанесения вреда себе, другим людям или имуществу. Например, молодые родители боятся уронить новорожденного или задушить его во время сна. Для нейтрализации подобных obsessions - не подходят с ребенком к окнам, перепроверяют (даже фиксируют на видео) закрыты ли двери, выключены ли газовые плиты, электроприборы и т.д.

Стремление к симметрии и порядку. Сильное психическое напряжение из-за несимметрично расставленных предметов, загрязнения на одежде или находящейся не на своем месте вещи. Пример компульсий: навязчивое пересчитывание предметов, либо человек часами будет поправлять криво висящую на стене картину, пока не почувствует, что она висит правильно.

Патологическое накопительство различных вещей и сильная тревога при необходимости с ними расстаться. Часто подбирают бесхозные вещи на улице и приносят домой (либо не избавляются от своих старых/ сломанных вещей или мусора), так как думают, что они когда-нибудь пригодятся (создают дискомфорт для окружающих и антисанитарные условия проживания).

Ментальные ритуалы без явных компульсий - нет физических ритуалов для нейтрализации тревоги, но есть когнитивные операции. Обдумывание повторяющихся и часто негативных /табуированных /аморальных мыслей, например, сомнения в верности своему партнеру могут занимать все время бодрствования и заключаться в поиске "правильного" ощущения любви и привязанности

Рис. 2. Основные группы obsessions и компульсий и их негативное влияние на человека

Перечисленные симптомы и описанные специалистами варианты obsessions и compulsions оказывают негативное влияние на эффективность учебной и профессиональной деятельности людей с ОКР [3, 5], причем в последние несколько лет к типичным проявлениям ОКР специалисты добавили так называемые расстройства obsessive-compulsive spectrum, в том числе патологическая озабоченность своим внешним видом (рис.1). Перфекционизм рассматривается как один из симптомов ОКР и очень сильно снижает эффективность деятельности работника (обучающегося) по причине чрезмерной сконцентрированности на своих проблемах и на деталях поставленных руководством целей, а также страхе совершить даже незначительную ошибку при выполнении задания [3]. Специалисты отмечают, что страдающий ОКР работник обычно сосредоточен не на смысле профессиональной деятельности и решении поставленной задачи, а на педантичном стремлении соответствовать «требованиям свыше» и на желании получить похвалу руководства за свое «безупречное» поведение (превалирует имитация деятельности, а не реальный результат).

В настоящее время доказана генетическая предрасположенность к проявлению ОКР: отмечается роль мутаций в генах, связанных с функционированием глутамат-, серотонин-, дофамин- и ГАМК-ергических систем (т.е. систем, ответственных за оптимизацию баланса торможения и возбуждения в ЦНС). Кроме генетической предрасположенности важную роль в появлении ОКР имеют психотравмирующие события, особенности воспитания и т.п. Существует целый ряд подходов для облегчения симптомов ОКР (рис.3), причем большинство методик имеет высокую стоимость, инвазивность, значительный спектр побочных эффектов, что в итоге снижает эффективность их применения.

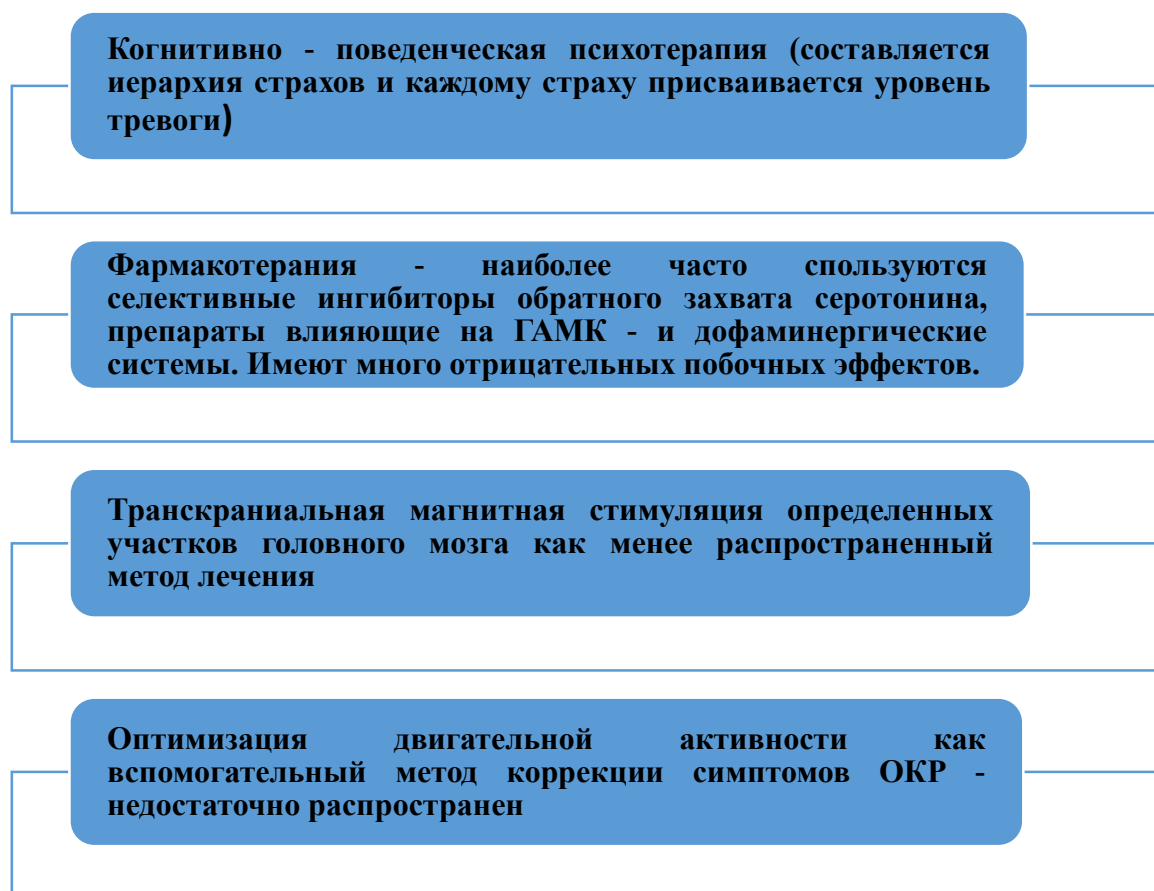


Рис. 3. Современные подходы к коррекции функционального состояния людей с обсессивно-компульсивным расстройством

В последние годы все больше внимания уделяется использованию методов физической активности для уменьшения симптомов ОКР [4, 6]: показано, что аэробные нагрузки и структурированные тренировочные программы могут снижать уровень тревожности и компульсивного поведения у пациентов с ОКР, поскольку регулярные упражнения способствуют оптимизации нейромедиаторного баланса, улучшению настроения, снижению тревожности и проявлению антрессорного и противовоспалительного эффектов (за счет снижения уровня кортизола, регуляции концентрации интерлейкинов и усилении антиоксидантной защиты организма). Более того, физические упражнения положительно влияют и на соматическое здоровье людей с ОКР, что также является важным аспектом улучшения качества жизни и повышения эффективности профессиональной и других видов деятельности (поскольку у пациентов с ОКР часто отмечается повышенный риск нарушений сердечно-сосудистой системы, расстройства пищевого поведения, ожирение, диабет 2 типа и др.). Однако, специалисты отмечают, что изменение образа жизни и попытки оптимизировать двигательную активность страдающих ОКР наталкиваются на труднопреодолимые барьеры, связанные с особенностями протекания данной патологии.

Таблица 1

Комплекс упражнений с элементами йоги, медитации и активизации дыхания, направленный на развитие практики осознанных движений и совершенствование внимания

№	Название асаны	Тип	Цель и особенности растяжки	Время выполнения
1	Наклон вперед сидя (Пашчимоттанасана)	Статическая	Глубокая растяжка спины, задней поверхности бедер и голени	1–3 минуты в покое
2	Поза голубя (Эка Пада Раджакапотасана)	Статическая	Растяжка ягодиц, таза, подвздошно-поясничной и грушевидной мышц	1–2 минуты на каждую ногу
3	Широкий угол сидя (Упавишта Конасана)	Статическая	Растяжка внутренней поверхности бедра, поясницы	1–3 минуты
4	Кошка-корова (Марджариасана-Битиласана)	Динамическая	Мягкая растяжка и мобилизация позвоночника, активация дыхания	6–10 циклов (вдох/выдох)
5	Волна в собаке вниз (динамика в Адхо Мукха Шванасане)	Динамическая	Растяжка задней цепи тела (ноги, спина), динамичное вытяжение	5–10 волн, медленно
6	Скрутки лежа (Супта Матсиендрасана в динамике)	Динамическая	Растяжка спины, косых мышц живота, активация дыхательной подвижности	6–10 дыхательных циклов

Таблица 2

Недельный график применения предложенного комплекса физических упражнений для оптимизации психо – физиологического состояния людей с ОКР (с использованием асан, описанных в таблице 1)

День	Тип активности	Описание
1) Понедельник	Аэробика + дыхание	30 мин ходьбы/бега/танцев + 5–10 мин дыхательной гимнастики
2) Вторник	Растяжка + дыхание	Йога + 10 мин осознанного дыхания
3) Среда	Аэробика + осознанность	Повтор Пн. + фокус на ощущениях тела, дыхании, + 5–10 мин растяжки и дыхания
4) Четверг	Релаксация	10–15 мин прогрессивной мышечной релаксации + дыхание «4-7-8» + 5 мин осознанной медитации
5) Пятница	Интервальная аэробика	25–30 мин: ходьба + 1–2 мин интенсив (прыжки/бег) в цикле + заминка и дыхание
6) Суббота	Йога + медитация	30 мин комплекса: статические и динамические асаны + 10–15 мин осознанной медитации
7) Воскресенье	Активный отдых + самонаблюдение	20–30 мин прогулка с фокусом на ощущениях + рефлексия состояния и симптомов (Y-BOCS-использовать шкалу Йеля-Брауна)

Заключение. Анализ литературных данных [1 – 6] и обобщение результатов собственных исследований позволили нам обосновать более широкие возможности включения физических упражнений в комплексный протокол терапии и психофизиологической реабилитации людей с ОКР. Предложенный нами комплекс упражнений (таблица 1 и 2) можно применять как адаптивный инструмент во время перерывов на рабочем месте, а также в домашних условиях для повышения эффективности традиционной терапии ОКР и для снижения экономического бремени данной патологии (как для работодателя, так и для пациента). Составленная нами программа физической активности рассчитана на неделю (далее ее можно повторять), предполагает чередование аэробных, дыхательных и восстановительных дней. Программа направлена на снижение тревожности, улучшение сна и эмоционального самочувствия, уменьшение выраженности obsessions и compulsions. Апробация описанного нами комплекса показала важность регулярности и индивидуальной адаптации (например, возможно варьировать продолжительность и интенсивность упражнений).

Библиографический список

1. **Петелин, Д. С.** Диагностика и терапия расстройств обсессивно – компульсивного спектра в общемедицинской и неврологической практике / Д. С. Петелин, А. Н. Гамирова, О.Ю. Сорокина, Д. В. Трошина, С. А. Семин, М. Ш. Болтуева, Б. А. Волель // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2023. – Т.15, №2. – С. 98 – 105. DOI: 10.14412/2074-2711-2023-2-98-105
2. **Holmberg, A. L.** General somatic health and lifestyle habits in individuals with obsessive- compulsive disorder: an international survey / A. L. Holmberg, M. Martinsson, M. Lidin et al // BMC Psychiatry. – 2024. -№ 24:98. - С. 1-11. doi: 10.1186/s12888-024-05566-w
3. **Филясова, Ю. А.** Перфекционизм личности в социально – трудовых отношениях // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2021. - №1. – С. 23 – 28. DOI: 10.51692/1994-3776_2021_1_23
4. **Лысенко, А. В.** Возможности улучшения качества жизни и профессиональной адаптации людей с синдромом Туретта / А. В. Лысенко, Л. Н. Симонян, А. Дубас // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. - №1 (58). – С. 55 – 59

5. Чухрова, В. В. Причины возникновения обсессивно-компульсивного расстройства (литературный обзор) / В. В. Чухрова, Е. В. Малинина // Непрерывное медицинское образование и наука. № 3. том 16. 2021. С. 18-22.

6. Лысенко, А. В. Возможности сочетанного использования элементов оздоровительной физкультуры и музыкотерапии для оптимизации функционального состояния при гиперкинезах / А. В. Лысенко, Л. Н. Симонян, А. Дубас // Актуальные проблемы совершенствования системы физкультурного образования. Материалы Всероссийской научно – практической конференции с международным участием. – Калининград, 2022. – С. 100 – 105

S. M. Grishin, A. V. Lysenko, V. A. Kislovskaya, V. S. Orlova

OBSESSIVE-COMPULSIVE DISORDER: IMPACT ON QUALITY OF LIFE AND WORK PERFORMANCE

Abstract. The factors influencing the functional state, work capacity and quality of life of people with obsessive-compulsive disorder (OCD) have been systematized. Opportunities for improving the effectiveness of existing approaches to alleviating OCD symptoms are discussed. Emphasis is placed on the relationship between physical activity, psychoemotional state, and work productivity in OCD.

Keywords: life safety, obsessive-compulsive disorder, quality of life, physical activity

For citation: Obsessive-Compulsive Disorder: Impact on Quality of Life and Work Performance / S. M. Grishin, A. V. Lysenko, V. A. Kislovskaya, V. S. Orlova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P.10 – 16.

Сведения об авторах

Лысенко Алла Викторовна

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта,
профессор,
e-mail: alysenko@sfedu.ru

Гришин Сергей Михайлович

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта
студент,
e-mail: sergrishin@sfedu.ru

Кисловская Вероника Александровна

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта
студент,
e-mail: kislovskaya@sfedu.ru

Орлова Виолетта Сергеевна

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта,
студент,
e-mail: vioo@sfedu.ru

Information about the authors

Lysenko Alla Viktorovna

Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports
Professor
e-mail: alysenko@sfedu.ru

Grishin Sergey Mikhailovich

Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports,
Student,
e-mail: sergrishin@sfedu.ru

Kislovskaya Veronika Alexandrovna

Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports,
Student,
e-mail: kislovskaya@sfedu.ru

Orlova Violetta Sergeevna

Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports
Student,
e-mail: vioo@sfedu.ru

УДК 614.84:656.2

А. Б. Завьялов, Е. А. Мешкова

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА РИСКОВ ПОЖАРА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. Статья посвящена анализу методологических подходов к оценке рисков пожара на железнодорожном транспорте. Представлены теоретические основы понятия «пожарный риск», классификация факторов опасности, современные количественные и качественные методы анализа, в том числе ALARP-концепция и вероятностное моделирование. Раскрыты особенности применения анализа риска для различных типов подвижного состава с учетом конструктивных и эксплуатационных характеристик. Особое внимание уделено применению сценарных методов, деревьев отказов и CFD-моделирования распространения пожара. Предложены рекомендации по интеграции анализа риска в процесс проектирования и эксплуатации противопожарных систем на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова: пожарная безопасность, анализ риска, ALARP, подвижной состав, сценарный подход, CFD-моделирование, железнодорожный транспорт

Для цитирования: Завьялов А. Б. Методологические основы анализа рисков пожара на железнодорожном транспорте / Завьялов А. Б., Мешкова Е. А. // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 17 – 23.

Введение. Железнодорожный транспорт относится к числу наиболее ответственных объектов с точки зрения пожарной безопасности (ПБ), поскольку совмещает в себе высокую плотность пассажиропотока, ограниченное пространство для эвакуации и наличие источников повышенной пожароопасности. Традиционные подходы к обеспечению пожарной безопасности подвижного состава в значительной степени ориентированы на выполнение нормативных требований – таких как установка извещателей, модулей пожаротушения и средств оповещения. Однако практика показывает, что наличие этих элементов не всегда гарантирует допустимый уровень риска. Только системный, научно обоснованный подход к оценке и анализу пожарных рисков позволяет эффективно управлять опасностями на всех этапах жизненного цикла ПС — от проектирования до вывода из эксплуатации [1].

Современные концепции оценки риска требуют учёта как вероятностных характеристик событий (частота возникновения пожара), так и тяжести их последствий (количество пострадавших, убытки, нарушение движения, ущерб экологии). Анализ рисков приобретает особенно важное значение в условиях растущей сложности конструкций, внедрения интеллектуальных систем управления, а также необходимости международной гармонизации стандартов в сфере ПБ.

Методологическая база анализа рисков включает широкий спектр инструментов – от простейших контрольных списков до сложных моделей распространения огня в условиях ограниченного пространства и перемещения состава. Важнейшим инструментом является концепция ALARP (As Low As Reasonably Practicable), применяемая в международной практике для определения допустимого уровня риска, при котором затраты на дальнейшее снижение риска становятся неоправданно высокими.

Цель данной статьи – представить структурированный обзор существующих методологических подходов к анализу и оценке пожарных рисков на железнодорожном транспорте, обосновать необходимость их применения при проектировании систем ПБ, а

также показать практическую применимость современных методов анализа для разных типов подвижного состава. Предложенный подход может стать основой для разработки новых нормативных требований и методических документов в области обеспечения ПБ на объектах железнодорожной инфраструктуры.

Материалы и методы

Анализ рисков пожаров на подвижном составе железнодорожного транспорта представляет собой совокупность количественных и качественных процедур, направленных на оценку вероятности возникновения пожара и степени его негативных последствий. Методологическая основа такой оценки формируется на базе национальных стандартов по управлению рисками (ГОСТ Р 51901.11–2005 [2]), международных норм (ISO 31000:2018 [3]) и адаптированных транспортных методик, учитывающих специфику замкнутых объектов, высокой пассажиронагрузки и подвижности.

Основные принципы оценки риска

Согласно [2], под риском понимается количественно или качественно выраженная возможность наступления нежелательного события и/или ущерба в заданных условиях. Анализ рисков на транспорте должен учитывать:

- вероятностную природу возникновения пожара,
- сценарии развития и скорость распространения огня,
- воздействие опасных факторов на людей и оборудование,
- допустимый уровень риска.

На рис. 1 представлена схема общей последовательности анализа риска на подвижном составе.

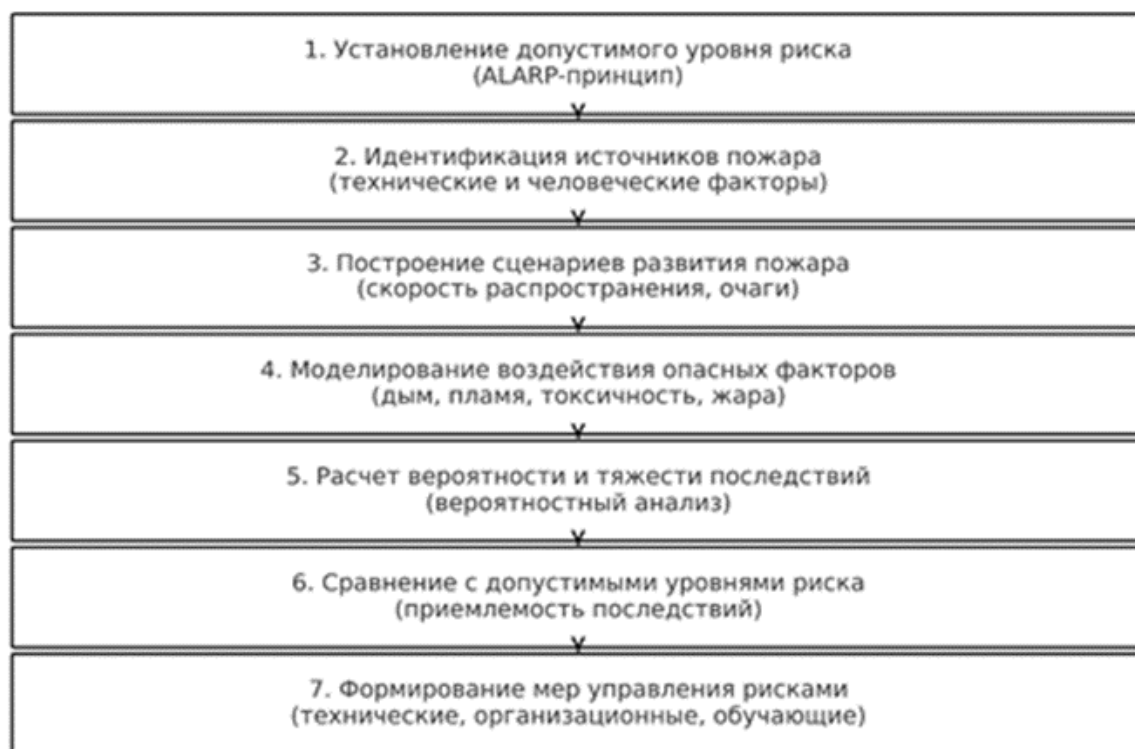


Рис. 1. Общая последовательность анализа риска на ПС

Подходы к классификации рисков на железнодорожном транспорте

В контексте ПБ на подвижном составе целесообразно выделить следующие типы рисков (табл. 1.):

Таблица 1

Типы рисков и их характеристика на подвижном составе

Тип риска	Характеристика
Индивидуальный	Риск гибели или травмы для одного конкретного пассажира или работника
Социальный	Риск гибели (или потерь) для группы людей, в том числе массовые последствия
Экономический	Потери, выраженные в денежной форме: оборудование, логистика, компенсации
Имиджевый и правовой	Потеря доверия, судебные иски, страховые последствия
Экологический	Загрязнение среды в результате горения материалов, утечки ГСМ и т. п.

Результаты и обсуждение

Количественные методы позволяют рассчитать значения вероятности наступления события (пожара) и ожидаемого ущерба (табл. 2). Основные количественные методы:

- частотный метод – основан на статистике прошлых событий (например, количество пожаров на 10 млн км пробега ПС),
- экспертный метод – применяется при отсутствии достоверной статистики; задействуются оценки инженеров, сотрудников ПБ, экспертов МЧС,
- математическое моделирование – применяется для оценки развития сценария пожара (например, моделирование через FDS или PyroSim) [4],
- метод Монте-Карло – используется для стохастического моделирования случайных событий и расчёта распределения рисков,
- метод FTA (Fault Tree Analysis) – анализ дерева отказов, построение причинно-следственных цепочек,
- метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – анализ возможных отказов и их последствий в системах ПБ.

Таблица 2

Сравнение методов анализа риска, применимых к ПС

Метод	Применимость к подвижному составу	Преимущества	Ограничения
Частотный анализ	Высокая	Основан на реальной статистике	Требует объёмных архивов
Экспертный метод	Средняя	Возможность оценки новых или редких событий	Субъективность, вариативность
Монте-Карло	Средняя–высокая	Стохастическая оценка редких и сложных событий	Требует вычислительных ресурсов
FTA	Высокая	Выявление ключевых элементов риска	Сложность построения дерева отказов
FMEA	Высокая	Удобна для проектирования и модернизации	Не учитывает стохастические зависимости

Приемлемые уровни риска

Согласно методике ALARP (рисунок 2), выделяют три зоны уровня риска:

1. Недопустимая зона (Intolerable zone) – риск требует немедленного устранения.
2. Зона ALARP (приемлемый риск) – допустим при технической и экономической невозможности снижения.
3. Зона пренебрежимо малого риска – не требует вмешательства.

Для индивидуального риска на транспорте типовой норматив – не более $1 \cdot 10^{-6}$ в год для смертельного исхода (по методике РЖД и рекомендациям FRA – Federal Railroad Administration) [5 – 7].

Критерий риска ALARP (As Low As Reasonably Practical)



Рис. 2. Критерий риска ALARP

Применимость анализа к подвижному составу

Типы ПС имеют разные уровни риска. Например, в купейных вагонах высокая замкнутость, имеются горючие материалы; в локомотивах – наличие дизеля, масла, электрооборудования, а в вагонах-ресторанах – повышенный риск из-за кухни и газа. Наибольшей концентрацией рисков на ПС обладают:

- электрощиты и клеммные коробки,
- междвагонные переходы,
- зоны установки нагревательных приборов,
- пространства под полом и над потолком.

Оценка рисков на ПС отличается от аналогичного анализа на стационарных объектах вследствие:

- высокой мобильности объекта (сценарии пожара зависят от географии, погодных условий, станции),
- ограниченных путей эвакуации,

- влияния конструкции и компоновки на скорость распространения огня,
- наличия электрических, тепловых, дизельных и аккумуляторных рисков в одном составе.

Этапы анализа риска

1. Идентификация опасностей – выделение всех потенциально опасных участков в конструкции и эксплуатации.
2. Построение сценариев развития пожара – моделирование различных типов возгораний, включая короткое замыкание, поджог, перегрев и т.д.
3. Оценка вероятности каждого сценария (P_i) – используются статистические данные, экспертные оценки, данные регистров инцидентов.
4. Оценка тяжести последствий (C_i), включающая количество пострадавших, потери в подвижном составе и нарушение расписания движения.
5. Расчет индивидуального риска по формуле $R_i = P_i \cdot C_i$.
6. Нанесение значений на ALARP-график – если оценка попадает в одну из зон – принимается решение о снижении или принятии риска.

CFD-моделирование огненных и дымовых потоков внутри вагонов представляет собой наиболее точный и наглядный метод прогнозирования распространения пожара и анализа эвакуации. Применение деревьев отказов (FTA) и сценарных подходов обеспечивает системное выявление критических узлов в конструкции ПС. Разные типы подвижного состава (купейные, плацкартные, электропоезда, локомотивы и вагоны-рестораны) требуют дифференцированного анализа рисков с учётом их конструктивных и эксплуатационных особенностей. Поэтому необходим комбинированный подход к анализу риска пожаров на железнодорожном транспорте: статистический анализ + моделирование + экспертные оценки + нормативные коэффициенты.

Заключение. Анализ пожарных рисков на железнодорожном транспорте представляет собой важнейший элемент системы обеспечения безопасности как пассажиров, так и персонала. Пожары в подвижном составе могут привести к тяжёлым последствиям, включая человеческие жертвы, уничтожение имущества, нарушение движения поездов и негативное воздействие на окружающую среду [8-10]. В условиях усложняющейся структуры ПС, роста пассажиропотока и применения новых технологий требования к надёжности и эффективности систем противопожарной защиты возрастают.

В настоящей статье была рассмотрена совокупность методологических подходов к анализу и оценке пожарных рисков, с акцентом на интеграцию как качественных, так и количественных методов.

С учётом изложенного, можно сделать вывод о необходимости:

1. Внедрения методологии анализа рисков (включая ALARP и CFD) в нормативные документы и проектные регламенты ПБ на транспорте;
2. Разработки адаптированных методик расчёта рисков для каждого типа подвижного состава;
3. Интеграции систем анализа риска в автоматизированные системы управления безопасностью поездов;
4. Подготовки инженерных и диспетчерских кадров, способных применять методы анализа рисков в оперативной деятельности.

Таким образом, анализ пожарных рисков должен стать неотъемлемой частью проектирования, модернизации и эксплуатации всех объектов железнодорожной инфраструктуры, включая подвижной состав, депо и вокзалы. Это позволит не только повысить уровень безопасности, но и обеспечить устойчивое функционирование транспортной системы в целом, минимизируя как прямые, так и косвенные последствия чрезвычайных ситуаций.

Библиографический список

1. **Завьялов, А. Б.** Метод пожаротушения для обеспечения безопасности при эксплуатации железнодорожного транспорта / Завьялов, А. Б., Рябец, В. В. // В сборнике: Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. – С.596-599.
2. ГОСТ Р 51901.11–2005 Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство // Стандартинформ. - 2023.
3. ISO 31000 Risk Management // Guidelines. – ISO. - 2021.
4. Fire Dynamics Simulator (FDS) // Technical Reference Guide. – NIST, 2021
5. ОАО «РЖД». Ведомственные нормы проектирования систем ПБ на железнодорожном транспорте. // Москва. - 2022.
6. Federal Railroad Administration. Fire Safety Studies // U.S. DOT. - 2022.
7. ERA - European Union Agency for Railways. – 2020.
8. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // М.: Консультант Плюс. - 2023.
9. **Финоченко, Т. А.** Обеспечение безопасности технологических систем предприятий транспортной инфраструктуры / Т. А. Финоченко, И. А. Баланов, С. В. Борисов [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4(61). – С. 109-113. – EDN VRKCF.
10. **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. – EDN MAQZQE.

A. B. Zavyalov, E. A. Meshkova

**METHODOLOGICAL BASES OF FIRE RISK ANALYSIS
ON RAILWAY TRANSPORT**

Abstract. The article is devoted to the analysis of methodological approaches to the assessment of fire risks in railway transport. The theoretical basis of the concept “fire risk”, classification of hazard factors, modern quantitative and qualitative methods of analysis, including ALARP-concept and probabilistic modeling are presented. The peculiarities of risk analysis application for different types of rolling stock taking into account design and operational characteristics are disclosed. Special attention is paid to the application of scenario methods, failure trees and CFD modeling of fire propagation. Recommendations on integration of risk analysis into the process of design and operation of fire protection systems on railway transport are offered.

Keywords: fire safety, risk analysis, ALARP, rolling stock, scenario approach, CFD modeling, railway transport.

For citation: Zavyalov, A. B. Methodological Bases of Fire Risk Analysis on Railway Transport / A. B. Zavyalov, E. A. Meshkova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 17 – 23.

Сведения об авторах

Завьялов Алексей Борисович
Петербургский государственный

Information about the authors

Zavyalov Alexey Borisovich

университет путей сообщения Императора
Александра I (ФГБОУ ВО ПГУПС),
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
старший преподаватель,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

Мешкова Елизавета Алексеевна
Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I (ФГБОУ ВО ПГУПС),
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
студент,
e-mail: elizaveta_meshkova@list.ru

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University (PSTU),
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

Meshkova Elizaveta Alekseevna
Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University (PSTU),
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Student,
e-mail: elizaveta_meshkova@list.ru

УДК 658.345 + 06

М. В. Гричишин, А. Н. Чукарин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ШУМА ПРИ РАСТАЧИВАНИИ НА СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

Аннотация. В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований спектров шума сверлильно-фрезерно-расточных станков, проведенные в условиях их промышленной эксплуатации при различных технологических нагрузках. Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию спектрального состава шума при растачивании. Целью исследования является определение основных частотных компонентов шума, генерируемого различными узлами и процессами станка, и оценка их влияния на общий уровень шума. В зависимости от технических характеристик этих станков при выполнении работ согласно технологическому регламенту определяются источники создающие повышенные уровни шума, к ним относятся резец, ползун и заготовка, а вот изучением станины можно пренебречь.

Ключевые слова: уровни звука, октавные уровни звукового давления, сверлильно-фрезерно-расточные станки, экспериментальные исследования

Для цитирования: Гричишин, М. В. Экспериментальные исследования спектрального состава шума при растачивании сверлильно-фрезерно-расточных станков / М. В. Гричишин, А. Н. Чукарин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 24 – 32.

Сверлильно-фрезерно-расточные станки, являясь одним из основных видов металлообрабатывающего оборудования, генерируют значительный уровень шума, который оказывает негативное воздействие на здоровье и работоспособность персонала. Экспериментальные исследования спектрального состава уровней звукового давления при фрезеровании, сверлении и растачивании станков показали идентичность в закономерности распределения интенсивности звукового излучения по октавам. Интенсивность шума, создаваемого этими станками, обусловлена сложной кинематикой и динамикой процесса обработки, включающей вращение режущего инструмента, вибрации элементов конструкции, а также взаимодействие инструмента с обрабатываемым материалом. Различия наблюдаются только в уровнях звукового давления пропорциональных мощности привода главного движения (рис.1).

Одним из главных аспектов исследования является измерение уровней звукового давления в различных режимах работы станков. Современные методики позволяют детально анализировать спектры шумов, начиная от низких частот, характерных для колебаний основных узлов, до высокочастотных составляющих, порождаемых трением и резанием материалов. Анализ этих данных даёт возможность выявить закономерности в изменении параметров звука при смене скорости вращения шпинделя, подачи инструмента и обработки разных видов заготовок. Эти исследования имеют высокую актуальность не только для обеспечения комфорта операторов станков, но и для повышения общей экологической безопасности производственного процесса.

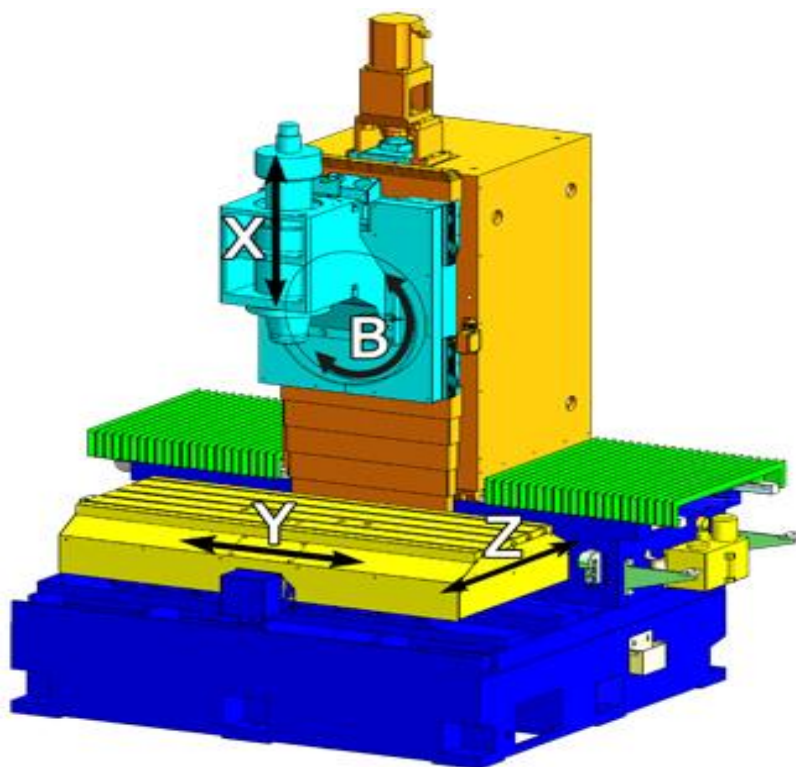


Рис. 1. Сверлильно-фрезерно-расточный станок

Процесс растачивания значительно изменяет характер спектра шума. В рабочем режиме измерялись уровни звукового давления при растачивании длиномерных втулок с различными диаметрами отверстия и толщиной стенки: $\varnothing 250 \times 50$ мм и $\varnothing 350 \times 10$ мм (в дальнейшем детали № 1 и № 2). Измерения проводились на рабочем месте станочника при открытом и закрытом ограждении зоны резания, со стороны растачиваемого отверстия противоположного шпинделю; со стороны растачиваемого отверстия со стороны коробки скоростей; снизу заготовки; сверху над заготовкой; сзади станка; внутри растачиваемых отверстий. Результаты измерений, проведенных на рабочем месте приведены на рис. 2 и 3.

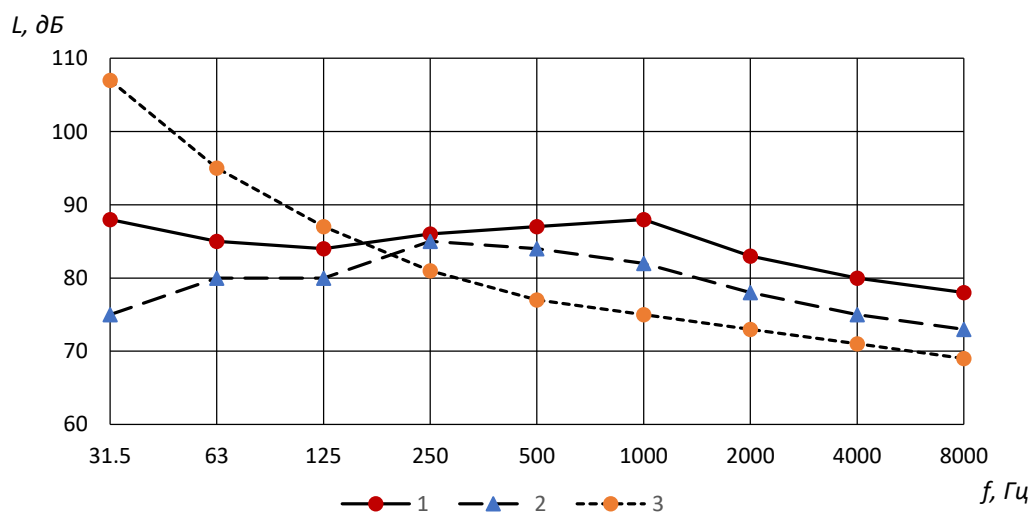


Рис. 2. Спектры шума при растачивании детали № 1:

1 – при открытом ограждении; 2 – при закрытом ограждении; 3 – спектр предельно-допустимого уровня

Уровни звукового давления превышены в области частот 250 — 8000 Гц. При открытом ограждении уровни звукового давления достигают 87 дБ в шестой октаве, в пятой — 85 дБ и седьмой — 83 дБ, в восьмой — 80 дБ, в девятой — 70 дБ. При закрытом ограждении (соответственно) 87 дБ, 81 дБ, 78 дБ, 75 дБ и 73 дБ.

При растачивании деталей № 2 (рис. 3) спектр шума имеет практически идентичный характер, но уровни звукового давления по октавам увеличиваются на 3 – 6 дБ. В этом случае уровни звукового давления при открытом и закрытом ограждении составляют (соответственно): в четвертой октаве 86 и 82 дБ, в пятой 90 и 85 дБ, в шестой 91 и 87 дБ, в седьмой 90 и 85 дБ, в восьмой 88 и 83 дБ, в девятой 84 и 78 дБ. Таким образом, минимальные величины превышений уровней звукового давления составляют 16 дБ при открытом ограждении и 12 дБ при закрытом.

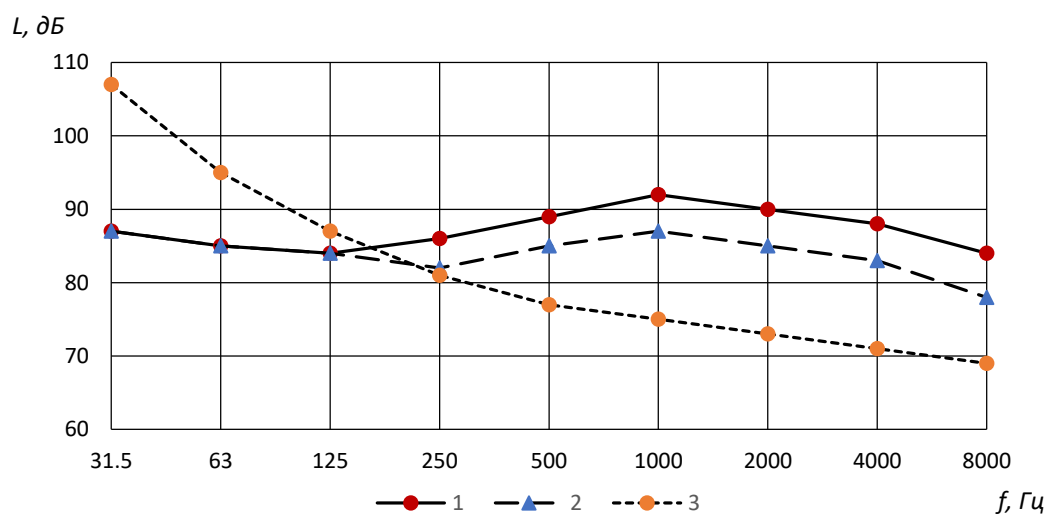


Рис. 3. Спектры шума при растачивании детали № 2:

1 – при открытом ограждении; 2 – при закрытом ограждении; 3 – спектр предельно-допустимого уровня

Спектры шума, у торца растачиваемых деталей № 1 и № 2 противоположного корпусу коробки скоростей приведены на рис. 4 и 5 (соответственно).

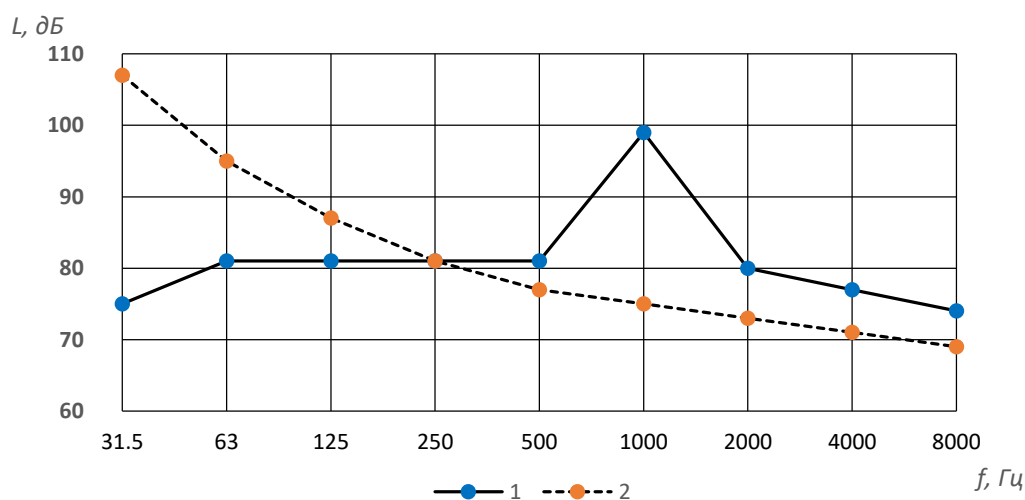


Рис. 4. Спектр шума при растачивании детали большего диаметра:

1 – около отверстия большего диаметра; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

В области частот 31,5-250 Гц характер спектра шума идентичен холостому ходу. Изменяется только интенсивность звукового излучения – уровни шума возрастают 3-5 дБ, что объясняется увеличением вибраций несущей системы станка от воздействия сил резания. Существенно изменяется спектральный состав в частотном диапазоне 500 – 8000 Гц. Превышение октавного уровня звукового давления на среднегеометрической частоте 500 Гц составляет 4 дБ. Особо следует отметить то, что характер спектра шума приближается к тональному. Действительно, максимальный уровень звукового давления зафиксирован в шестой октаве и превышение над предельно- допустимым значением составляет 24 дБ. Уровни звукового давления в пятой и седьмой октавах 7 и 9 дБ (соответственно) ниже. Нормативные величины превышены на 7 дБ в седьмой октаве, на 5 дБ – в восьмой и на 4 дБ – в девятой. Спад к интенсивности звукового излучения составляет в восьмой и девятой октавах 5 и 4 дБ. Характер спектра шума детали № 2 (рис. 5) практически полностью идентичен предыдущему.

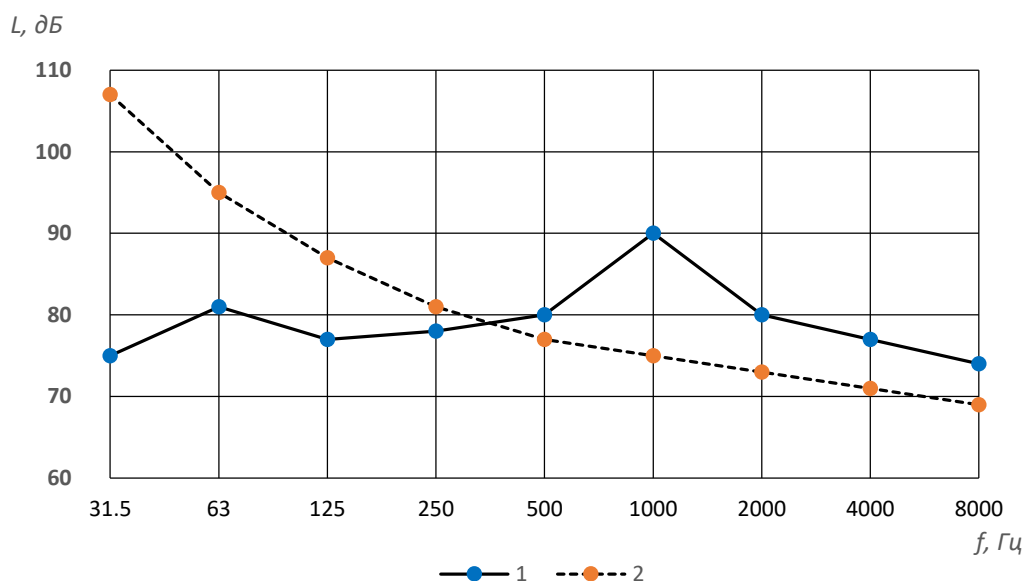


Рис. 5. Спектр шума при растачивании детали отверстия малого диаметра:
1 – около отверстия меньшего диаметра; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

Максимальный уровень звукового давления, превышающий норматив на 16 дБ, также расположен в шестой октаве. Уровни звукового давления в пятой и седьмой октавах фактически на 10 дБ меньше. Фактически интенсивность звукового излучения в шестой октаве и определяет уровень звука (дБА). Превышения уровней звукового давления над нормативом составляет 9 дБ в седьмой октаве, 7 дБ – в восьмой и 6 дБ – в девятой. Таким образом, при полной идентичности спектрального состава уровни звукового давления возле отверстия меньшего диаметра на 2 дБ больше, чем у отверстия большего диаметра. Эти данные объясняются тем, что интенсивность звукового излучения возрастает при уменьшении изгибной жесткости расточной борштанги и воздушного объема растачиваемого отверстия. Эти данные наглядно подтверждаются результатами измерений уровней шума внутри отверстий корпуса как при нарезании отверстия (рис. 6).

Действительно, в отверстии меньшего диаметра уровни звукового давления на 3 – 5 дБ меньше, чем в отверстии большего диаметра практически во всем частотном диапазоне, за исключением второй и восьмой октав, в которых уровни шума равны между собой. Влияние звукового излучения, из растачиваемого отверстия, создаваемого возбуждением внутреннего воздушного объема, также наглядно подтверждается измерениями возле торца растачиваемых деталей (рис. 7 и 8) со стороны борштанг.

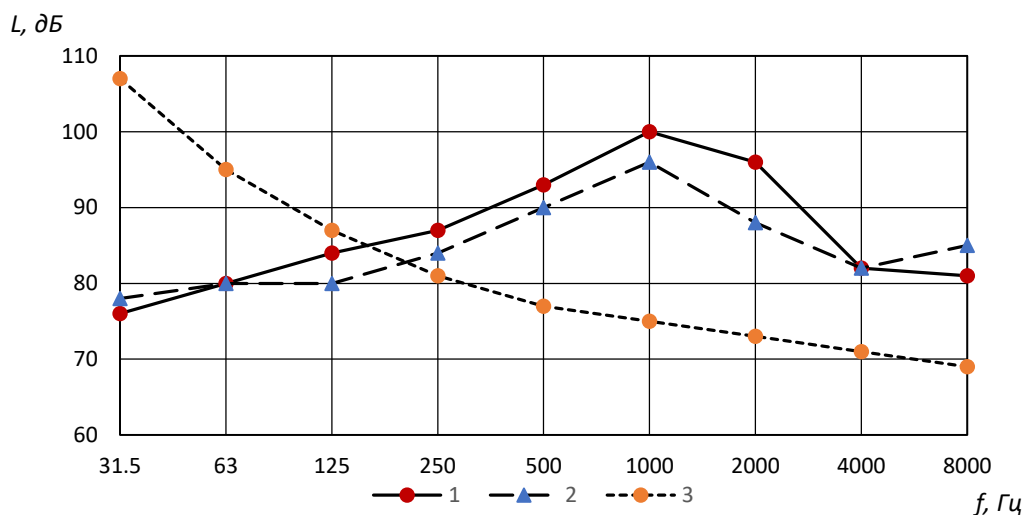


Рис. 6. Спектры шума при растачивании отверстий:

1 – большего диаметра; 2 – меньшего диаметра; 3 – спектр предельно-допустимого уровня

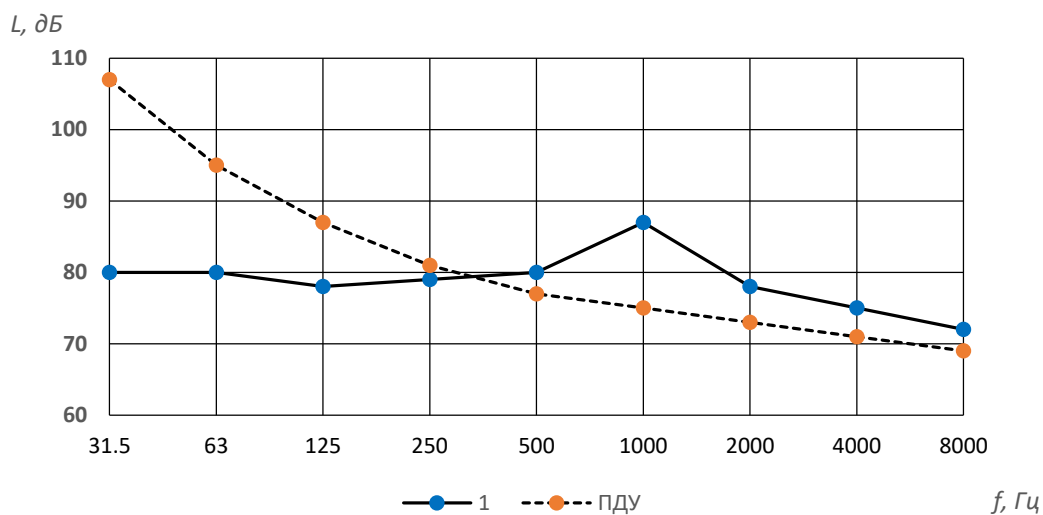


Рис. 7. Спектры шума со стороны борштанг при растачивании отверстий:

1 – отверстия малого диаметра; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

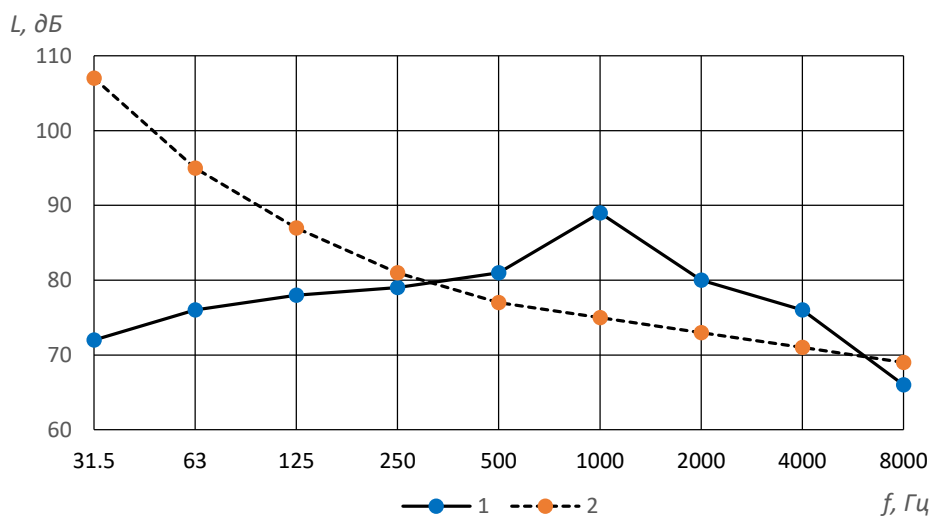


Рис. 8. Спектры шума со стороны борштанг при растачивании отверстий:

1 – возле отверстия большого диаметра; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

Уровни звукового давления на 2-5 дБ ниже, чем в точке 3, но превышают предельно-допустимые на 12 дБ в шестой октаве. Следует отметить также близкий к тональному характеру спектра, т.к. в пятой октаве уровень звукового давления на 10 дБ ниже, а в седьмой на 8 дБ. Аналогичные результаты показали измерения уровней шума и в точке 5 (рис. 8).

В этой точке превышение уровней звукового давления над нормативными значениями составляет 5 – 14 дБ, причем максимальное значение уровня звукового давления достигает также в шестой октаве, а уменьшение уровней в пятой и седьмой октавах составляет 8 дБ. Спектры шума, измеренные сверху и сбоку детали над растачиваемым корпусом представлены на рис. 9 и 10.

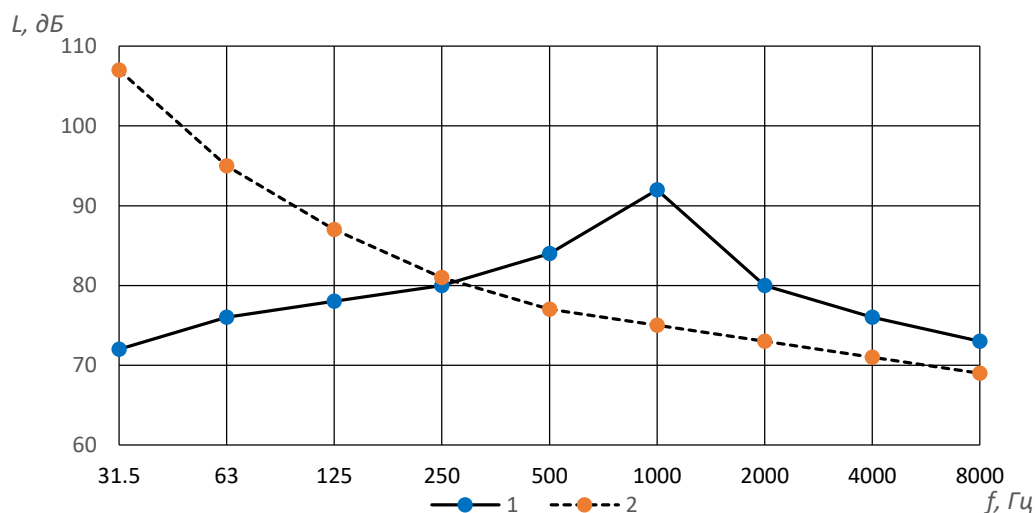


Рис. 9. Спектр шума при растачивании детали:

1 – над растачиваемым корпусом; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

Результаты измерений показали, что спектр шума снаружи детали характеризуется более равномерным распределением интенсивности. Действительно, спектр шума детали имеет ярко выраженный широкополосный характер и превышение уровней звукового давления над санитарными нормами составляют от 4 до 8 дБ, в интервале частот 500 – 8000 Гц, т.е. разница в уровнях спектра не превышает 4 дБ.

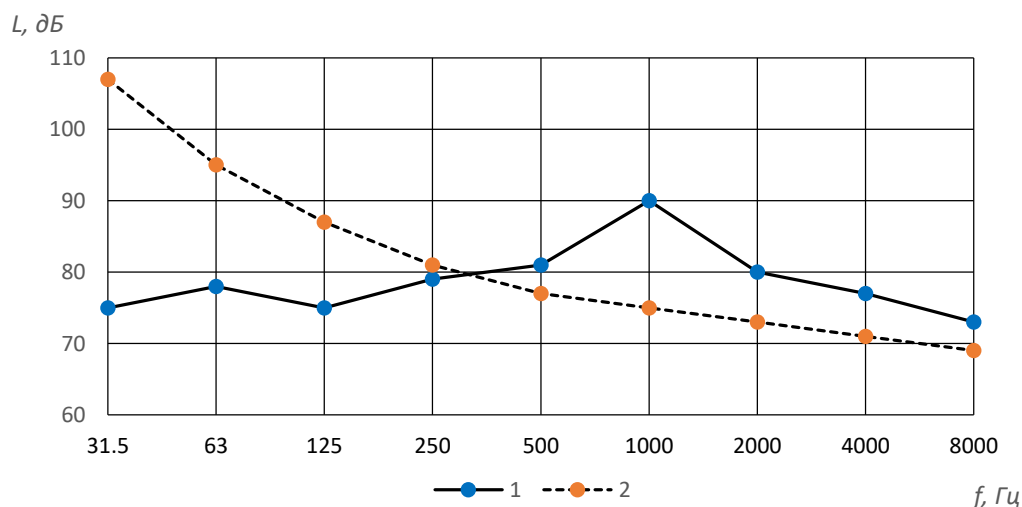


Рис. 10. Спектры шума при растачивании детали:

1 – возле боковой поверхности корпуса; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

Следует отметить практически полностью аналогичные закономерности в распределении интенсивности. Разница в условиях звукового давления в сравнении с данными рис. 9 находится в пределах точности измерения.

Спектры шума, измеренные возле привода внутри ограждения, также имеют широкополосный характер. Уровни звукового давления превышают норматив на 3-5 дБ. В этой точке уровни звукового давления превышают нормативные значения только в шестой и седьмой октавах на 5 и 2 дБ (соответственно). Эти данные объясняются тем, что на формирование акустических характеристик в данной точке со стороны режущего инструмента и растачиваемого корпуса оказывает влияние дифрагирующий звук.

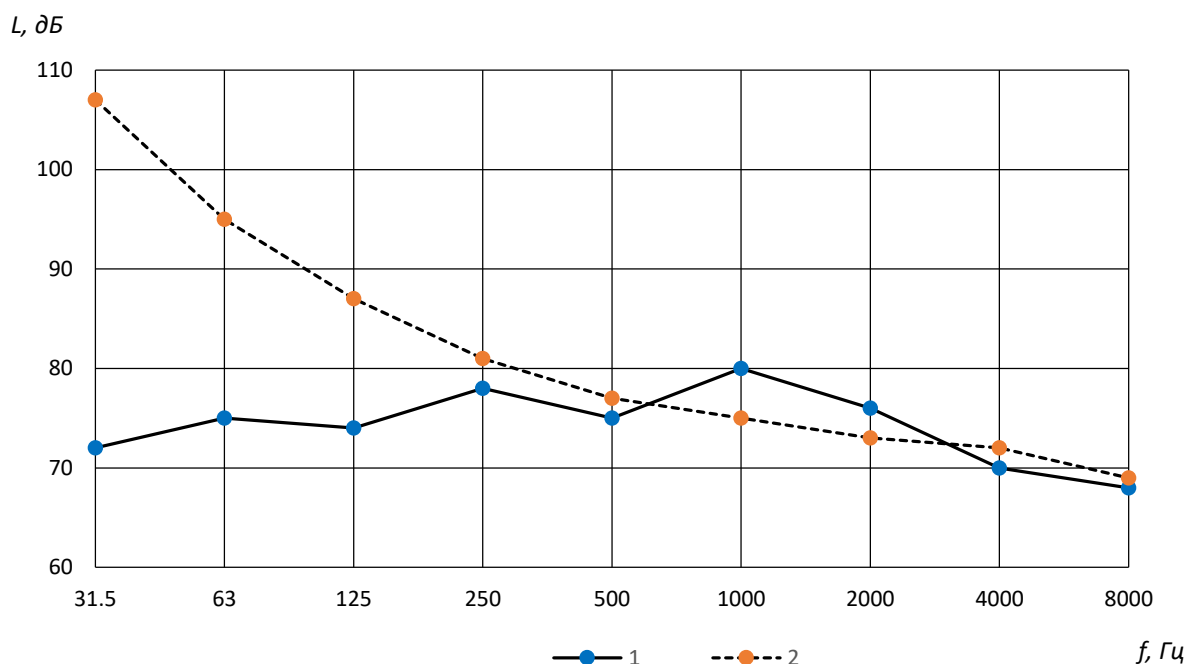


Рис. 11. Спектр шумасоздаваемого приводом внутри ограждения:
1 – привода внутри ограждения; 2 – спектр предельно-допустимого уровня

Таким образом, анализ результатов измерений акустических характеристик показал, что повышенные уровни звукового давления на рабочем месте оператора создаются подсистемой «режущий инструмент – растачиваемая деталь».

Следует отметить, что аналогичные эксперименты, проведенные на стенке 2206 показали, что уровни звукового давления на 2-3 дБ ниже, чем у ИР320ПМФ4 при открытом ограждении. У станка 2254 практически не отличаются по интенсивности излучаемой звуковой энергии. Наиболее высокие уровни шума зафиксированы на рабочих местах станков модели 2623ПМФ4, которые на 2 дБ выше, чем у станка ИР320ПМФ4 с открытым ограждением.

Выводы. Из проведенных исследований можно сделать вывод, что звуковым излучением станины в формировании звукового поля станка в целом можно пренебречь, что фактически подтверждает теоретические выводы о закономерностях формирования виброакустических характеристик сверлильно-фрезерно-расточных станков. Экспериментальные исследования спектрального состава шума при растачивании на сверлильно-фрезерно-расточных станках позволили выявить основные источники шума и определить доминирующие частотные компоненты в спектре шума. Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных методов снижения шума и повышения комфортности рабочих мест.

Библиографический список

1. **Тащиян, А. А.** Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Тащиян, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104. – EDN BSRDEM.
2. **Баланова, М. В.** Методика и техническое обеспечение проведения экспериментальных исследований по определению шума на рабочих местах / М.В. Баланова, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1. – С. 5-7. – EDN MKAIVJ.
3. **Морозов, С.А.** Экспериментальные исследования шума и вибрации при местном упрочнении деталей шарико-стержневым упрочнителем / С.А. Морозов, А.Н. Чукарин, Т.А. Финоченко // Мониторинг. Наука и технологии. – 2019. – № 1(39). – С. 65-69. – DOI 10.25714/MNT.2019.39.009 – EDN ZQYSLR.
4. **Финоченко, Т.А.** Методика проведения экспериментальных исследований шума прутковых токарных автоматов / Т. А. Финоченко // Инновационные технологии в машиностроении и металлургии: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Ростов-на Дону, 05–07 сентября 2012 года. – Ростов-на Дону: Донской государственный технический университет, 2012. – С. 263-268. – EDN JDVMJB.
5. **Раздорский, С. А.** Характеристики шумового дискомфорта в рабочей зоне прутковых токарных станков /, Т. А. Финоченко, А. Н. Чукарин, И. А. Яицков // Мониторинг. Наука и технологии. – 2018. – № 3(36). – С. 81-84. – EDN YCMIFF.
6. **Чукарин, А. Н.** Теория и методы акустических расчетов и проектирования технологических машин для механической обработки / А. Н. Чукарин. – Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2004. – 152 с. – ISBN 5-7890-0326-5.
7. **Яицкова, Н. М.** Снижение шума металлорежущих станков / Н. М. Яицкова, Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2(51). – С. 112-115. – EDN BIWPKX.

M. V. Grichishin, A. N. Chukarin

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF NOISE DURING BORING ON DRILLING-MILLING-BORING MACHINES

Abstract. This article presents the results of experimental studies of noise spectra of drilling-milling-boring machines, conducted under the conditions of their industrial operation under various technological loads. This work is devoted to the experimental study of the spectral composition of noise during boring. The purpose of the study is to determine the main frequency components of noise generated by various units and processes of the machine, and to assess their impact on the overall noise level. Depending on the technical characteristics of these machines, when performing work according to the technological regulations, sources creating increased noise levels are determined, these include the cutter, the slider and the workpiece, but the study of the bed can be neglected.

Keywords: sound levels, octave sound pressure levels, drilling-milling-boring machines, experimental studies

For citation: Grichishin, M. V. Experimental Studies of the Spectral Composition of Noise During Boring of Drilling-Milling-Boring Machines / M. V. Grichishin, A. N. Chukarin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 24 – 32.

Сведения об авторах**Гричишин Максим Владимирович**

Ростовский филиал Академии
стандартизации, метрологии и сертификации,
кафедра «Стандартизация, сертификация и
управление качеством»,
старший преподаватель

Чукарин Александр Николаевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
доктор технических наук, профессор,
профессор

Information about the authors**Grichishin Maxim Vladimirovich**

Rostov Branch of the Academy of
Standardization, Metrology and
Certification,
Chair «Standardization, Certification and
Quality Management»,
Senior Lecturer

Chukarin Alexander Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor

УДК 614.84:656.2

Е. А. Мешкова, А. Б. Завьялов

ДЕЙСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РФ

Аннотация. В статье рассмотрены действующие системы обеспечения пожарной безопасности на железнодорожном транспорте Российской Федерации. Выполнен анализ применяемых технических решений, классификация систем раннего обнаружения и автоматического тушения пожара, а также рассмотрены нормативно-правовые предпосылки их функционирования. Отдельное внимание уделено системной интеграции устройств в составы различного типа: пассажирские вагоны, электропоезда, локомотивы. Представлены основные недостатки существующей практики эксплуатации противопожарных средств, а также обоснованы направления дальнейшего развития систем на основе цифровых и интеллектуальных технологий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, железнодорожный транспорт, системы пожаротушения, извещатели, РЖД, автоматизация, нормативная база.

Для цитирования: Мешкова, Е. А. Действующие системы пожарной безопасности на железнодорожном транспорте в РФ / Е. А. Мешкова, А. Б. Завьялов, // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 33 – 41.

1. Введение

Железнодорожный транспорт как важнейшая часть транспортной системы Российской Федерации обладает высоким уровнем опасности, обусловленной сложностью эксплуатации, массовостью пассажиропотока и протяжённостью маршрутов [1]. Одним из критических аспектов обеспечения безопасности является защита от пожаров, особенно в условиях плотной застройки, длинных тоннелей и высокоскоростного движения.

Сложность состоит в сочетании нескольких факторов: нестабильные климатические условия, большой разброс типов подвижного состава, устаревание технической базы, недостаточная модернизация. В таких условиях необходима система, способная обеспечить раннее обнаружение очага, быстрое оповещение и эффективное тушение без вмешательства персонала [2].

Настоящая статья направлена на обзор действующих в РФ решений и практик в области пожарной безопасности подвижного состава, а также на выявление потенциальных направлений совершенствования.

2. Материалы и методы

Система обеспечения пожарной безопасности на железнодорожном транспорте в России базируется на сочетании технических средств обнаружения, оповещения и тушения, используемых на подвижном составе различного назначения. В ОАО «РЖД» несмотря на наличие нормативной базы, состав оборудования остаётся неоднородным, особенно на вагонах постсоветской постройки, где часть противопожарного оборудования отсутствует или устарела [1]. Основу нормативного регулирования составляют:

- Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [3];
- Федеральный закон № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [4];
- ГОСТ Р 53325–2012 [5];
- Инструкция ОАО «РЖД» ЦТ-ЦП 029–2012 [6];

- Отраслевые технические условия ТУ РЖД на ПС.

Согласно этим документам, на борту пассажирского вагона должны быть установлены: автоматические пожарные извещатели, ручные извещатели (на видных местах), первичные средства пожаротушения и автоматические установки (по необходимости).

Структура ПБ-систем, применяемых на ПС

На текущий момент в ОАО «РЖД» действуют три основных типа противопожарного оснащения, используемых на ПС (рис. 1) [7]:

1. системы обнаружения пожара – автоматические или полуавтоматические датчики тепла, дыма, пламени;
2. системы оповещения – звуковые и световые извещатели, голосовые модули;
3. системы тушения – ручные огнетушители (ОП, ОУ), модули порошкового или аэрозольного типа, стационарные установки.



Рис. 1. Принципиальная структура систем пожарной безопасности в пассажирском вагоне

Применяемое оборудование

На большинстве пассажирских вагонов дальнего следования установлены:

- индивидуальные дымовые извещатели ИП 212-45 – устанавливаются в купе, коридорах, туалетах,
- ручные извещатели ИПР 513-10 – возле дверей и в переходных площадках,
- порошковые огнетушители ОП-5 – в технических отсеках и переходах,
- модули МПП (модуль порошкового пожаротушения) – в технических вагонах и головных электропоездах,
- автоматические установки «Пламя-01» — редко, на новых составах или СВ-вагонах,
- световые табло «Выход», автономные ИП-сигнализаторы – для оповещения.

На электропоездах серий ЭД9М, ЭП2Д и Ласточка дополнительно применяются:

- ИК-детекторы температуры в моторных отсеках,
- централизованная система управления оповещением (ЦСУО),
- блок автоматической разблокировки дверей при пожаре (внедряется с 2020-х годов).

Основные технические характеристики и состояние применяемых в пассажирских вагонах дальнего следования ПС указаны в таблице 1.

Таблица 1

Общие технические характеристики и состояние систем

Компонент	Тип	Применение	Техническое состояние
ИП 212-45	Дымовой извещатель	Купе, санузлы	Часто исправен, требуется калибровка
ИПР 513-10	Ручной вызов	Проходы, выходы	Надёжен, но редко проверяется
МПП-100	Модуль тушения	Техотсек, вагон-ресторан	Ограниченный срок службы
ОП-5	Огнетушитель	Общего назначения	Не всегда в срок перезарядки
«Пламя-01»	Установка АУПТ	Новые вагоны	Эффективна, но редко внедряется
ЦСУО	Голосовое оповещение	Новые составы	Надёжна, требует электропитания
Блок АБД (авт. разбл.)	Безопасность эвакуации	Вагоны типа «Ласточка»	Находится в пилотной эксплуатации

3. Результаты и обсуждение

Пожарные извещатели ИП 212-45, ИП 101-1А-1, ИПР 513-10 являются ключевыми элементами системы раннего обнаружения возгорания на подвижном составе. Их основная функция — оперативное выявление признаков горения (задымление, повышение температуры, наличие открытого пламени) и передача сигнала тревоги персоналу и/или в блок автоматического управления системами оповещения и пожаротушения. В ОАО «РЖД» применяются преимущественно извещатели дымового, теплового и ручного типов: ИП 212-45, ИП 101-1А-1 и ИПР 513-10.

ИП 212-45 (рис. 2) — это извещатель точечного типа, предназначенный для обнаружения продуктов неполного горения (дыма). Он основан на оптическом принципе: в его камере расположен ИК- или УФ-датчик, реагирующий на изменение рассеивания света дымовыми частицами. Устанавливается в купе, тамбурах, туалетах, машинных отсеках, чаще всего — по одному на 10–12 м² площади. Извещатель имеет низкий уровень ложных срабатываний, но нуждается в регулярной чистке (накопление пыли приводит к «ложным пожарам»).

**Рис. 2. Извещатель дымовой оптико-электронный ИП 212-45**

ИП 101-1А-1 (рис. 3) – термочувствительный извещатель, реагирующий на достижение заданной температуры (обычно 70 °С или 90 °С). В отличие от дымовых, не реагирует на задымление и более надёжен в условиях высокой запылённости или влажности. Устанавливается в технических отсеках, щитовых, моторных зонах, багажных отделениях. Рекомендуется как резерв к дымовым извещателям в условиях нестабильного микроклимата.



Рис. 3. Извещатель тепловой максимальный ИП 101-1А-1

ИПР 513-10 (рис. 4) – устройство для ручной подачи сигнала о пожаре. Представляет собой компактный модуль с кнопкой активации и световой индикацией. Устанавливается на переходных площадках, у выходов, вблизи мест скопления людей. На вагонах устанавливается по 2–4 устройства, чаще всего в начале и конце вагонов. Связаны с системой звукового оповещения и (в новых составах) – с автоматическим разблокированием дверей.

Особенности: активация производится нажатием на мембранную панель (без разбивания стекла), защита от случайного срабатывания, возможность подключения к централизованной АПС.



Рис. 4. Ручной извещатель ИПР 513-10

Сравнительная характеристика извещателей ИП 212-45, ИП 101-1А-1, ИПР 513-10, применяемых в ОАО «РЖД» [7], представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика извещателей

Параметр	ИП 212-45	ИП 101-1А-1	ИПР 513-10
Тип	Дымовой	Тепловой	Ручной
Время срабатывания	до 30 с	до 15 с	мгновенно
Температура срабатывания	~55 °С (по дыму)	70–90 °С	Не зависит
Область применения	Жилые зоны	Техотсеки	Выходы, коридоры
Энергопитание	12–24 В	12–24 В	12–24 В
Интеграция в АПС	Да	Да	Да
Необходимость техобслуживания	Высокая	Средняя	Низкая

Эффективность указанных извещателей зависит не только от технических характеристик, но и от качества установки, регулярности обслуживания и правильного позиционирования на объекте. Наиболее надёжные результаты даёт комбинация дымовых и тепловых датчиков, дополненная ручными кнопками.

Модули порошкового пожаротушения МПП-100 являются одним из наиболее доступных и широко применяемых типов стационарных установок огнетушащего действия на подвижном составе. В ОАО «РЖД» наиболее распространены модули серии МПП-100, используемые как в пассажирских, так и в грузовых вагонах, а также в локомотивах и вагонах-ресторанах. Преимуществом таких модулей является их автономность, простота эксплуатации и отсутствие необходимости в водоснабжении. МПП-100 (рис. 5) представляет собой герметичный корпус, заполненный огнетушащим порошком (на основе фосфата аммония), оснащённый пусковым устройством, срабатывающим либо автоматически при нагреве, либо дистанционно по сигналу от АПС.



Рис. 5. Модуль порошкового пожаротушения МПП-100

Принцип действия МПП-100: при температуре в зоне установки выше 150–170 °С срабатывает термочувствительный элемент (или электрический импульс); происходит

разгерметизация сопла и выброс порошка под давлением (1.2–1.6 МПа); порошок оседает на поверхности и прерывает цепную реакцию горения, изолируя кислород.

МПП-100 устанавливаются: в моторных отсеках электропоездов (например, ЭД9М), в технических зонах вагонов-ресторанов (кухонные отсеки), в локомотивах (рядом с топливными и масляными магистралями), в вагонах сопровождения и багажных вагонах. Монтаж осуществляется на потолке или стене, в местах, где ожидается скопление горючих паров или повышенный риск возгорания.

Преимущества и недостатки МПП-100:

преимущества: автономность (не требует внешнего питания); простота установки; высокая эффективность при локальном возгорании; низкая стоимость.

недостатки: не восстанавливается после срабатывания – требует полной замены; ограниченный объем покрытия – при больших помещениях требуется установка нескольких модулей; порошок загрязняет оборудование – особенно критично для электроники; не может применяться в пассажирских салонах – опасность для органов дыхания и видимости.

На практике модули МПП нередко имеют истекший срок службы (не проходят переосвидетельствование), устанавливаются без связи с системой АПС, срабатывая только по температуре, размещаются некорректно, вне зон максимального теплового риска. Эти факторы значительно снижают эффективность даже сертифицированных устройств. В ряде случаев, выявленных при проверках РЖД и Ростехнадзора, модули не сработали из-за коррозии узла срабатывания или блокировки сопла [7].

Стационарные установки (Пламя-01) и переносные огнетушители (ОП-5, ОУ-5)

В систему первичных и стационарных средств пожаротушения на подвижном составе входят как автоматические установки локального действия, так и переносные огнетушители, размещаемые в соответствии с регламентами. Наиболее широко применяются стационарные установки типа «Пламя-01» и ручные огнетушители: ОП-5 (порошковый) и ОУ-5 (углекислотный).

Система «Пламя-01» (рис.6) – это модульная автоматическая установка пожаротушения с применением порошка на основе фосфата аммония. Предназначена для защиты локальных участков: щитовых, отсеков оборудования, моторных и аккумуляторных отсеков. Состав системы: один или несколько модулей с порошком, пусковой узел (термохимический или электропиротехнический), датчики тепла/пламени, распределительный трубопровод с соплами.

Принцип действия: при достижении критической температуры или поступлении сигнала с датчика активируется модуль, порошок выбрасывается в защищаемую зону.

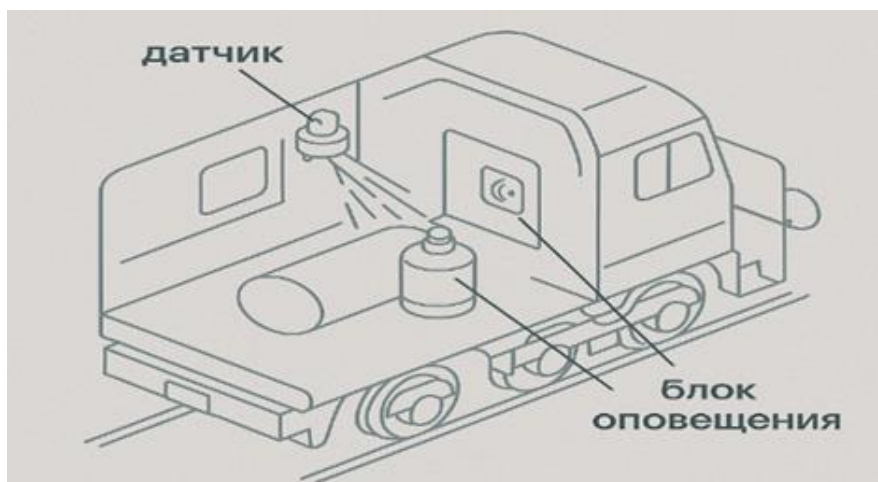


Рис. 6. Схема размещения установки «Пламя-01» в моторном отсеке локомотива

Огнетушитель порошковый ОП-5 – универсальное средство тушения пожаров класса А, В, С (твёрдые, жидкие, газообразные вещества). Заполнен сухим порошком (АВСЕ) и сжатым газом, обеспечивает тушение через распылённый поток. Технические параметры: масса заряда 5 кг; длина струи до 3.5 м; время работы 10–15 с; рабочее давление 1.6 МПа; температурный диапазон –40...+50 °С. Огнетушитель ОП 5 эффективен при начальных стадиях пожара, безопасен при работе на электрическом оборудовании до 1000 В, но оставляет сухой осадок – требует последующей очистки. Огнетушители ОП-5 размещаются в каждом вагоне, как правило – по 2 шт.: в проходе и у выходов. Требуют обязательной переаттестации каждые 5 лет, но в реальности нередко имеют истёкший срок.

Углекислотный огнетушитель ОУ-5 предназначен для тушения пожаров класса В и С, особенно в закрытых помещениях с электроникой, так как не оставляет следов. Содержит диоксид углерода (CO₂) под давлением. Технические параметры: масса заряда 5 кг; время выпуска 8–12 с; дальность струи до 2 м; температурный диапазон –20...+50 °С; напряжение тушимого оборудования: до 10 000 В. Огнетушитель ОУ-5 может применяться в электрических щитах, в локомотивных кабинах, а также серверных, диспетчерских и вагонах связи.

Отличия между ОУ-5 и ОП-5 огнетушителями приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение переносных огнетушителей ОП-5 и ОУ-5

Параметр	ОП-5	ОУ-5
Тип огнетушащего вещества	Порошок (фосфат аммония)	CO ₂ (диоксид углерода)
Воздействие на оборудование	Повреждает (засыпает пылью)	Без следов, безопасен для ЭО
Класс пожара	А, В, С	В, С
Время действия	10–15 с	8–12 с
Электробезопасность	До 1000 В	До 10 000 В
Необходимость чистки после применения	Да	Нет

Практические замечания:

- огнетушители в поездах часто закреплены слишком высоко или в нишах, недоступных для оперативного извлечения,
- не все поездные бригады проходят обучение по использованию ОУ-5,
- на части составов установлены только ОП-5, хотя электрооборудование требует наличия ОУ.

Заключение

Проведённый анализ текущего состояния систем пожарной безопасности (ПБ) на железнодорожном транспорте Российской Федерации позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день функционирующие технические и организационные решения формируют лишь базовый уровень противопожарной защищённости, не всегда соответствующий реальным рискам, свойственным современному подвижному составу и условиям его эксплуатации.

Системы ПБ в РФ преимущественно состоят из:

- неадресных дымовых и тепловых извещателей, часто работающих по устаревшему пороговому принципу;

- ручных извещателей и автономных модулей порошкового тушения, не связанных в единую автоматизированную сеть;
- переносных огнетушителей, не обеспечивающих эффективного реагирования при возникновении скрытых или быстроразвивающихся очагов пожара.

Характерной чертой текущей модели является слабо выраженная интеграция между элементами обнаружения, оповещения, управления и тушения пожара, а также практически полное отсутствие систем диагностики, прогнозирования и визуализации ЧС. Большинство решений применяются в рамках формального соответствия нормативам, что не гарантирует реальной эффективности в условиях высоких скоростей, или плотной пассажирской загрузки.

Проблемы обостряются на фоне следующих факторов:

- морального и физического устаревания состава (особенно электропоездов и плацкартных вагонов);
- недостаточного уровня автоматизации и интеллектуализации систем ПБ;
- отсутствия сквозной цифровой платформы мониторинга и управления безопасностью на уровне состава и маршрута;
- слабой интеграции между пожарной сигнализацией и системами эвакуации, вентиляции, видеонаблюдения, телеметрии.

Для обеспечения современного уровня защищённости требуется не просто модернизация отдельных компонентов (извещателей, огнетушителей и т.д.), а реформатирование всей логики построения систем ПБ:

- переход от пороговых к адресно-анализирующим системам обнаружения;
- внедрение автоматизированных алгоритмов прогнозирования и диагностики;
- реализация модульных архитектур, в которых каждый вагон и локомотив являются частью единой киберфизической системы;
- включение в состав ПБ-систем инфракрасных сенсоров, ИИ-модулей, резервных каналов оповещения и визуализации.

Библиографический список:

1. **Завьялов А. Б.** Обеспечение пожарной безопасности на тяговом подвижном составе // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 80-84.
2. **Завьялов А. Б., Рябец, В. В.** Метод пожаротушения для обеспечения безопасности при эксплуатации железнодорожного транспорта // В сборнике: Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. – С.596-599.
3. **Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ** (ред. от 04.11.2014) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. 1). – Ст. 3579.
4. **Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ** (ред. от 24.04.2020) «О пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 35. – Ст. 3648.
5. **ГОСТ 12.1.004–2015.** Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. — Введ. 2017-01-01. — М.: Стандартинформ, 2016. – С.12.
6. **Инструкция ЦТ-ЦП 029–2012 ОАО «РЖД».** Порядок организации противопожарной защиты на железнодорожном транспорте // М.: ОАО «РЖД», 2012. – С. 85.
7. **ОАО «РЖД».** Ведомственные нормы проектирования систем ПБ на железнодорожном транспорте. – М., 2022.

E. A. Meshkova, A. B. Zavyalov

CURRENT FIRE SAFETY SYSTEMS ON RAILWAY TRANSPORTATION IN RUSSIAN FEDERATION

Abstract. The article deals with the current systems of fire safety on the railway transportation of the Russian Federation. The analysis of applied technical solutions, classification of early fire detection and automatic fire extinguishing systems, as well as the regulatory and legal prerequisites for their operation are considered. Special attention is paid to the system integration of devices into trains of different types: passenger cars, electric trains, locomotives. The main disadvantages of the existing practice of fire protection equipment operation are presented, and the directions of further development of systems based on digital and intellectual technologies are substantiated.

Keywords: fire safety, railway transport, fire extinguishing systems, detectors, RZD, automation, regulatory framework.

For citation: Meshkova, E. A. Current Fire Safety Systems on Railway Transportation in Russian Federation / E. A. Meshkova, A. B. Zavyalov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 33 – 41.

Сведения об авторах

Мешкова Елизавета Алексеевна

Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I (ФГБОУ ВО ПГУПС),
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
студент,
e-mail: elizaveta_meshkova@list.ru

Завьялов Алексей Борисович

Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I (ФГБОУ ВО ПГУПС),
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
старший преподаватель,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

Information about the authors

Meshkova Elizaveta Alekseevna

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University (PSTU),
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Student,
e-mail: elizaveta_meshkova@list.ru

Zavyalov Alexey Borisovich

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University (PSTU),
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

УДК 655.382.2(07) + 06

И. Г. Переверзев

РОЛЬ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЫСОКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАБОТНИКОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. В статье рассматривается влияние элементов производственной среды рабочих мест на функциональное состояние и качество работы поездных диспетчеров. Анализируются ключевые факторы, влияющие на эффективность и качество работы поездных диспетчеров, включая концентрацию внимания, сложнокоординированные действия и наличие ошибок слежения за обстановкой. В статье анализируются два подхода к проведению контроля параметров среды рабочих мест поездных диспетчеров, что должно стать основой для разработки организационно-технических мероприятий по созданию и обеспечению безопасных условий труда.

Ключевые слова: поездной диспетчер, параметры рабочей среды, безопасные условия труда, охрана труда.

Для цитирования: Переверзев, И. Г. Роль факторов рабочей среды в обеспечении высокой работоспособности работников инфраструктуры железнодорожного транспорта / И. Г. Переверзев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № . – С. 42 – 46.

Известно, что важным элементом любого рабочего места является рабочая (производственная) среда, которая оказывает существенное влияние на работоспособность работника. Данное положение является особенно актуальным для специалистов по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками (поездных диспетчеров), так именно данная группа работников железнодорожной инфраструктуры единолично руководит движением поездов на своём участке и несёт за это полную ответственность. Степень ответственности за принятые решения поездным диспетчером очень высока, особенно если учесть, что среди поездов, движением которых он руководит, находятся поезда, в составе которых перевозятся пассажиры или транспортируются опасные грузы. Потенциальные аварии при перевозке таких грузов могут привести к катастрофическому материальному и экологическому ущербу.

Поездной диспетчер в рамках своей работы выполняет достаточно сложные и специфические трудовые функции и действия, такие как, составление плана пропуска поездов по вверенному участку на определённый период и последующие его корректировки, получение и обработка больших массивов информации о поездной обстановке, своевременная и оперативная выдача необходимых распоряжений для осуществления запланированного пропуска поездов с учётом всех возникающих изменений поездной ситуации.

Все эти действия выполняются параллельно, постоянно накладываясь друг на друга. При отклонении поездов от графика по различным причинам поездному диспетчеру в короткое время приходится решать сложные многовариантные задачи. Чтобы достичь хороших результатов, диспетчер должен все время идти «вперёд поездов», постоянно планируя порядок их пропуска. При этом он должен предвидеть все эксплуатационные события: скрещения, обгоны, задержки при движении «по удалению» и т. д. Свои трудовые функции поездной диспетчер выполняет в условиях дефицита времени на принятие решения, что особым образом предъявляет высокие требования к уровню его работоспособности в

период рабочей смены, когда на него оказывают непосредственное влияние факторы рабочей среды.

Факторы рабочей среды оказывают как прямое, так и косвенное влияние на функциональное состояние и качество работы поездного диспетчера. Прямое влияние производственного шума заключается, например, в создании помех при организации речевой связи между диспетчером и машинистами поездов при ведении служебных переговоров по телефону или с использованием радиосвязи, при организации речевого ввода-вывода информации и т. д. Во всех этих случаях воздействие шума ведет к тем или иным нарушениям в процессе диспетчерского управления, связанного с приемом или передачей звуковых и формализованных сигналов. Кроме того, применительно к функциональному состоянию работников, шум оказывает также прямое влияние на слуховой анализатор, приводя к понижению остроты слуха у человека.

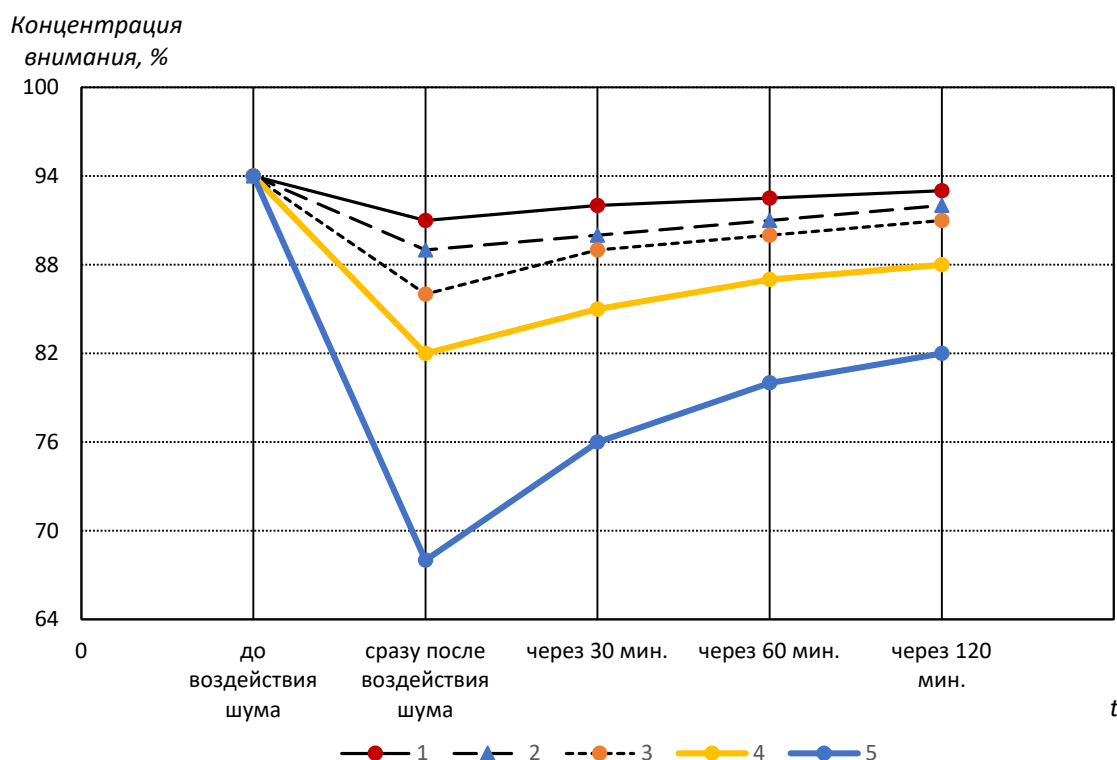


Рис. 1. Влияние шума на концентрацию внимания оператора при различных интенсивностях шума:
1 –уровень шума 60 дБ, 2 – 70 дБ, 3 – 80 дБ, 4 – 90 дБ, 5 – 100 дБ

Результатом косвенного влияния шума является, например, сужение концентрации внимания работника в процессе работы (рис. 1.). Под влиянием шума снижается скорость и точность сенсомоторных реакций, особенно заметно страдают сложнокоординированные действия. Шум оказывает также и эмоциональное воздействие: он является причиной возникновения таких отрицательных эмоций у человека, как досада, раздражение, что особенно отрицательно сказывается на правильной и адекватной оценке складывающейся обстановки и принятии рационального решения по ситуации. Особенно неприятны при этом высокочастотные и прерывистые шумы.

Степень воздействия производственного фактора также зависит от длительности этого воздействия. Благодаря наличию у человека компенсаторных механизмов он может некоторое время поддерживать работоспособность на прежнем уровне, несмотря на воздействия фактора. Однако, пределы компенсаторных возможностей тем меньше, чем больше уровень

фактора (рис. 2.), что можно рассмотреть на примере зависимости ошибки слежения за предметом или объектом наблюдения от времени работы оператора при различных значениях температуры окружающей среды на рабочем месте. Эти пределы составляют основу для нормативного ограничения допустимое времени действия того или иного фактора путем установления предельной продолжительности непрерывной напряженной работы. Если же на прекратить работу, т.е. не прекратить действие фактора, у работника будет накапливаться усталость, а без достаточного времени отдыха это приведёт к снижению работоспособности диспетчера во время смены, а также к ухудшению его функционального состояния, переутомлению и, возможно, к профессиональному заболеванию.

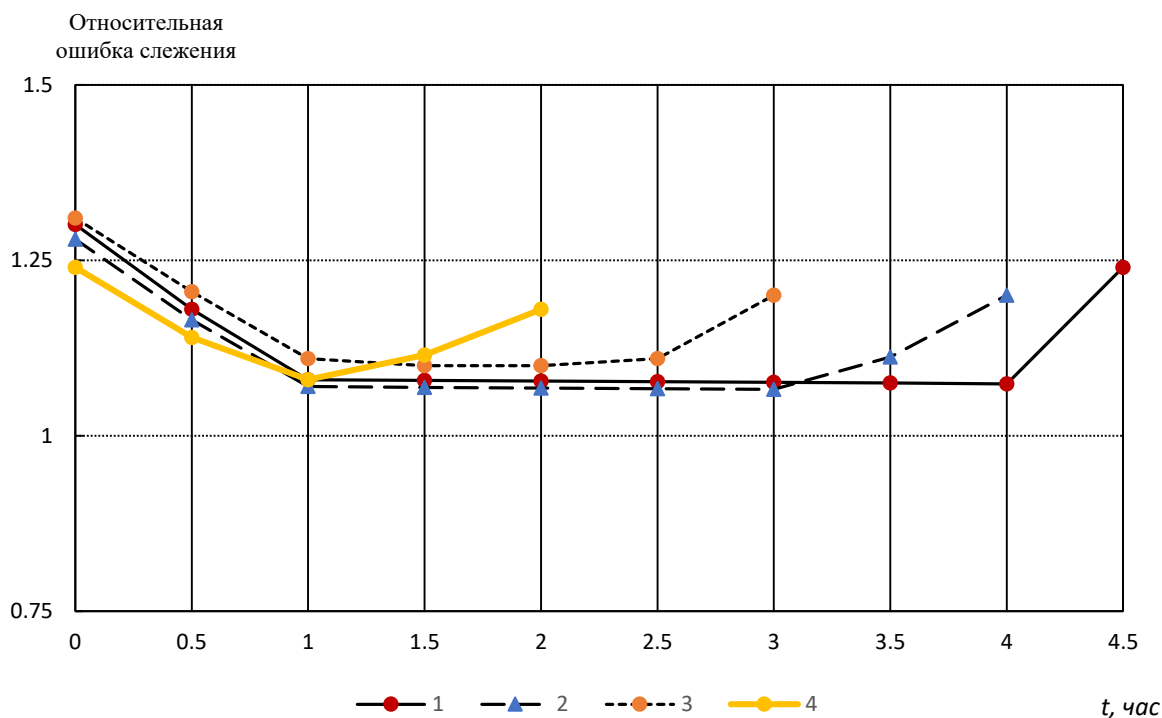


Рис. 2. Зависимость ошибки слежения от времени работы при различных значениях температуры окружающей среды: 1 – + 250С; 2 – + 300С; 3 – + 350С; 4 – + 400С

Комплексное влияние различных факторов рабочей среды на функциональное состояние и работоспособность человека оператора зависит от условий проявления факторов. Важнейшими из условий их проявления являются: физическая сущность фактора, интенсивность (сила) и продолжительность его воздействия.

На предприятиях важным механизмом наблюдения за факторами рабочей среды является проведение производственного контроля на рабочих местах. Одной из целей производственного контроля является организация и осуществление контроля за соблюдением требований санитарных правил, устанавливающих предельно-допустимые нормы факторов рабочей среды и дальнейшее проведение профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности и (или) безвредности для человека влияния указанных факторов. Объектами производственного контроля являются производственные, общественные помещения, здания, сооружения, технологическое оборудование, технологические процессы, рабочие места, используемые для выполнения работ.

При контроле параметров рабочей среды в рамках производственного контроля следует выделять два подхода к проведению контрольных мероприятий:

- прямые измерения параметров рабочей среды и оценка соответствия их имеющимся параметрам;
- косвенная оценка рабочей среды по результатам контроля функционального состояния, работоспособности и здоровья операторов.

Прямые измерения параметров рабочей среды могут дать оперативную информацию для разработки организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание параметров рабочей среды в допустимых пределах и предотвращение отрицательных последствий воздействия неблагоприятных факторов среды непосредственно во время работы. По результатам периодических медицинских осмотров работников могут быть сделаны косвенные выводы о состоянии рабочей среды на рабочих местах, что должно стать основой для разработки организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

Библиографический список

1. Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Тациян, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104. – EDNBSRDEM.
2. Безопасность жизнедеятельности / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, И. А. Яицков [и др.]; Ростовский государственный университет путей сообщения. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – 308 с. – ISBN 978-5-88814-843-3. – EDN JPKTRR.
3. Методические рекомендации по оценке условий труда для основных профессий ОАО РЖД / В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко, В. А. Назимко [и др.]. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2012. – 73 с. – EDN RJONZR.
4. **Финоченко, Т. А.** Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда / Т. А. Финоченко, Е. А. Семиглазова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3(46). – С. 62. – EDN ZWZEVH.
5. Обеспечение безопасности технологических систем предприятий транспортной инфраструктуры / Т. А. Финоченко, И. А. Баланов, С. В. Борисов [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4(61). – С. 109-113. – EDN VRKCF.
6. Профессиональный стандарт «Специалист по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками». Утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 марта 2022г. № 138н.

I. G. Pereverzev

THE ROLE OF WORKING ENVIRONMENT FACTORS IN ENSURING HIGH EFFICIENCY OF RAILWAY TRANSPORT INFRASTRUCTURE WORKERS

Abstract. The article examines the influence of elements of the workplace production environment on the functional state and quality of work of train dispatchers. The key factors affecting the efficiency and quality of train dispatchers' work are analyzed, including concentration of attention, complexly coordinated actions and the presence of errors in monitoring the situation. The article analyzes two approaches to monitoring the environmental parameters of train dispatchers' workplaces, which should become the basis for the development of organizational and technical measures to create and ensure safe working conditions.

Keywords: train dispatcher, working environment parameters, safe working conditions, labor protection.

For citation: Pereverzev, I. G. The Role of Working Environment Factors in Ensuring High Efficiency of Railway Transport Infrastructure Workers / I. G. Pereverzev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 42 – 46.

Сведения об авторах

Переверзев Игорь Геннадьевич

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

Information about the authors

Pereverzev Igor Gennadievich

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

УДК 502/504 : 626/627

*Д. А. Рудиков***СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ
ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕЛИТЕЛЬНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ: НАУЧНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

Аннотация. Настоящее исследование посвящено комплексному рассмотрению вопросов повышения надёжности функционирования объектов нефтепродуктообеспечения (ОНПО), расположенных в пределах жилой застройки, с точки зрения риска возникновения и распространения неконтролируемых горючих процессов. Представлен многокомпонентный, системно обоснованный подход к обеспечению взрывопожарной устойчивости, включающий превентивные действия, направленные на исключение условий образования опасных концентраций горючих веществ и устранение факторов, способных инициировать возгорание. Наряду с этим анализируются методы применения активных и пассивных средств противопожарной защиты. Особый акцент сделан на безопасности технологических установок переработки углеводородов, товарно-сырьевых объектов с функцией накопления и отпуска нефтепродуктов, а также железнодорожных сливноналивных узлов. В работе приводятся результаты оценки эффективности различных инженерных и административных решений, направленных на снижение вероятности инцидентов и смягчение их возможных последствий.

Ключевые слова: техногенная катастрофа, объект хранения нефтепродуктов, гидравлические системы, промышленная безопасность.

Для цитирования: Рудиков, Д. А. Системный подход к обеспечению взрывопожаробезопасности объектов нефтепродуктообеспечения в условиях селитебных территорий: научный анализ и методологические решения / Д. А. Рудиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 47 – 51.

Введение

Современные реалии требуют особого внимания к вопросам обеспечения взрывопожарной безопасности на ОНПО, особенно если они расположены в границах или в непосредственной близости от жилых районов. К таким объектам относятся нефтебазы, наливные станции, установки переработки углеводородного сырья и прочие промышленные комплексы, эксплуатация которых сопряжена с потенциальной угрозой техногенных аварий.

Высокая плотность населения в таких зонах обуславливает значительный социально-экономический ущерб даже при локализованных инцидентах, включая риск человеческих жертв, разрушение инфраструктуры и деградацию экологических условий.

Оптимальной стратегией в данных условиях выступает предупреждение возникновения взрыво- и пожароопасных ситуаций [1–3]. Для этого необходима разработка и реализация комплекса мер, исключающих появление взрывоопасных сред и источников воспламенения, а также эффективное ограничение распространения огня при возможных авариях. Подбор конкретных решений должен базироваться на оценке рисков с учётом технологических особенностей, химико-физических характеристик применяемых веществ и параметров среды размещения объекта.

Методология исследования

В рамках проведённого анализа применялись методы системного подхода, включая элементы вероятностного моделирования, а также инструментарий математической статистики для количественной оценки рисков. Проведен критический анализ действующей нормативной базы в области противопожарной безопасности, изучены характеристики типовых проектных решений и опыт эксплуатации различных типов ОНПО. На основе полученной информации разработан алгоритм оценки эффективности мероприятий по повышению уровня безопасности.

Предупреждение образования взрывоопасных смесей: теория и практика

Повышение уровня взрывопожаробезопасности невозможно без комплексной работы по минимизации факторов [4–6, 10], способствующих образованию взрывоопасных смесей (ВОС). В случае установок переработки углеводородов предпочтительной является реализация непрерывных технологических схем с герметичным исполнением оборудования. Это позволяет снизить вероятность утечек и тем самым исключить образование ВОС в рабочем объёме аппаратов.

Герметизация снижает вероятность несанкционированных выбросов и контакта веществ с воздушной средой, а непрерывный режим работы минимизирует риски, связанные с остановами, пусками и ручным вмешательством.

Открытое размещение технологических элементов – колонн, насосных агрегатов, резервуаров – способствует более эффективному естественному рассеиванию паров за счёт вентиляции, снижая вероятность образования застойных зон с повышенными концентрациями горючих веществ.

Особую значимость имеет установка автоматизированных газоаналитических комплексов, обеспечивающих постоянный мониторинг воздушной среды и подачу тревожных сигналов при достижении дозврывоопасных уровней концентрации.

Контроль избыточного давления реализуется путём отведения продуктов в свечи или факельные системы, обеспечивая безопасную утилизацию без риска разрушения оборудования.

Исключение источников воспламенения: технические и организационные меры

Для исключения факторов, способных инициировать возгорание, необходимо строгое соблюдение требований к конструкции и размещению оборудования [7–9]. Так, все элементы осветительной и силовой электроустановки должны соответствовать требованиям взрывозащиты, адекватным типу и группе применяемых смесей.

Рекомендуется оснащение печей наружными паровыми завесами с возможностью дистанционного и ручного управления – это существенно снижает риск распространения пламени и защищает конструктивные элементы от перегрева.

Заземление всего ёмкостного оборудования и трубопроводов – обязательное требование к защите от статического электричества.

Скоростные параметры транспортировки углеводородов должны находиться в допустимых пределах, а подача продукта в аппараты должна осуществляться снизу вверх – это снижает риск гидроударов и образования статических зарядов.

Кроме того, необходимо предусмотреть молниезащитные системы и применять инструменты с антиискровыми свойствами при всех операциях технического обслуживания.

Противопожарная защита: проектирование, реализация и эксплуатационные требования

Комплекс мер активной противопожарной защиты должен включать как первичные средства тушения (огнетушители, песок, мотопомпы), так и стационарные системы –

например, паротушение печей, лафетные стволы, пожарные гидранты, автоматические извещатели, адаптированные к взрывоопасной среде.

Необходимым условием является кольцевое выполнение противопожарного водопровода, что позволяет обеспечивать бесперебойную подачу воды к любому участку установки.

На резервуарных парках и эстакадах целесообразно внедрение постоянного газоаналитического контроля, взрывозащищенного оборудования и молниезащиты.

Также важно обеспечить свободный доступ пожарной техники к каждому объекту, а также автоматические системы тушения на ключевых участках.

Для предотвращения перегрева резервуаров используются системы оросительных полуколец, а подающие трубопроводы должны выводиться за пределы обвалования, что снижает риск их повреждения при разливе нефтепродуктов.

Особенности тушения пожаров: тактика и средства

В случае возгораний нефтепродуктов в резервуарных зонах эффективной мерой является подача воздушно-механической пены низкой кратности. Этот состав характеризуется устойчивостью к высоким температурам и обладает высокой огнегасящей способностью.

Инфраструктура стационарной противопожарной системы должна включать насосные агрегаты, ёмкости противопожарного резерва, кольцевые растворопроводы, оснащённые лафетными стволами и гидрантами.

На железнодорожных сливноналивных узлах применяются дистанционно управляемые пеногенераторы и системы водяного охлаждения, направленные на локализацию пламени и предупреждение разрушения ёмкостей.

Выводы

Повышение уровня взрывопожарной устойчивости объектов нефтепродуктообеспечения, размещённых в условиях жилой застройки, требует целостного системного подхода, основанного на следующих принципах:

- исключение условий для образования взрывоопасных смесей путём оптимизации технологических процессов, герметизации аппаратуры и организации постоянного мониторинга среды;
- устранение возможных источников воспламенения за счёт применения соответствующего оборудования, заземления, молниезащиты и строгого соблюдения технологической дисциплины;
- формирование эффективной системы противопожарной защиты, сочетающей стационарные и мобильные средства тушения, а также обеспечение беспрепятственного доступа аварийно-спасательных служб.

Реализация указанных подходов способна существенно снизить уровень аварийности на ОНПО и обеспечить необходимый уровень защиты для населения и окружающей среды. Перспективные направления дальнейших исследований включают разработку инновационных технологий и систем, способных повысить надёжность функционирования объектов в условиях повышенного техногенного риска.

Библиографический список

1. Предупреждение аварийных ситуаций на гидравлических объектах нефтепродуктообеспечения / Д. А. Рудиков, А. А. Федотов, А. П. Эйлер, Д. Ю. Китаева // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2(59). – С. 139-143. – EDN EQPPIO.

2. ГОСТ Р 22.1.07-2023. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования. – Введ. 2024-05-01. — Москва: ФГБУ «РСТ», 2023. – 20 С.
3. ГОСТ Р МЭК 60300-1-2017. Менеджмент риска. Руководство по применению менеджмента надежности. – Введ. 2018-01-12. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 54 С.
4. **Журавлев, А. В.** Факторы и причины возникновения и развития аварий на объектах нефтепродуктообеспечения / А. В. Журавлев, С. Н. Холодова, Д. А. Рудиков // Безопасность техногенных и природных систем. – 2019. – № 1. – С. 28-32. – DOI 10.23947/2541-9129-2019-1-28-32. – EDN VUEWBK.
5. **Журавлев, А. В.** Вопросы предупреждения развития аварий и локализации выбросов опасных веществ на объектах нефтепродуктообеспечения / А. В. Журавлев, С. Н. Холодова, Д. А. Рудиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1. – С. 37-40. – EDN RZQQXR.
6. **Рудиков, Д. А.** Аспекты безопасности гидротехнических сооружений / Д. А. Рудиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1(50). – С. 76-78. – EDN CTOELQ.
7. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitsov // 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.
8. **Дергачева, Л. В.** Износ рабочего колеса насоса: причины, последствия и пути решения / Л. В. Дергачева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 1. – С. 412-417. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-1-412-413. – EDN QVDERD.
9. **Дергачева, Л. В.** Анализ причин неисправности насосов систем жизнеобеспечения / Л. В. Дергачева // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2(59). – С. 76-81. – EDN ZKRPII.
10. **Рудиков, Д. А.** Безопасность гидравлического оборудования объектов нефтепродуктообеспечения / Д. А. Рудиков // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 09–11 ноября 2020 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 217-220. – EDN WCLDCZ.

D. A. Rudikov

SYSTEMIC APPROACH TO SAFEGUARDING PETROLEUM PRODUCT SUPPLY FACILITIES IN URBAN RESIDENTIAL SETTINGS: SCIENTIFIC INSIGHTS AND METHODOLOGICAL SOLUTIONS

Abstract. This study addresses the problem of enhancing the reliability of petroleum product supply facilities (PPSF) located within residential areas in the context of risks associated with the onset and propagation of uncontrolled combustion processes. A system-based, multi-component approach to ensuring explosion and fire resilience is proposed, incorporating preventive measures that eliminate conditions for the formation of hazardous concentrations of flammable substances and remove potential ignition sources. The analysis further considers the application of both active and passive fire protection strategies. Particular attention is given to the safety of hydrocarbon processing units, storage and distribution facilities, and railway loading and unloading terminals. The findings include an evaluation of the effectiveness of

engineering and administrative measures aimed at reducing incident probability and mitigating potential consequences.

Keywords: technological disaster, petroleum product storage facility, hydraulic systems, industrial safety.

For citation: Rudikov, D. A. Systemic Approach to Safeguarding Petroleum Product Supply Facilities in Urban Residential Settings: Scientific Insights and Methodological Solutions / D. A. Rudikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 47 – 51.

Сведения об авторах

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

Rudikov Dmitry Alekseevich

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

УДК 655.382.2(07) + 06

Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация. В статье рассматриваются рассмотрены проблемы комплексной безопасности при перевозке опасных грузов по железной дороге. Приводятся предложения по применению автоматизированных процедур принятия решений при аварийных ситуациях с перевозимыми опасными грузами при проведении мониторинга процесса перевозки для повышения уровня комплексной безопасности.

Ключевые слова: опасные грузы, комплексная безопасность, технические средства, алгоритм, интеллектуальные системы мониторинга.

Для цитирования: Финоченко, Т. А. Предложения по совершенствованию комплексной безопасности работников при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 52 – 56.

Перевозка (транспортирование) грузов – одна из стадий жизненного цикла продукции от ее производства до утилизации. За последние 5 лет на территории Российской Федерации наблюдается устойчивый положительный тренд объемов перевозимых грузов всеми видами транспорта. По степени опасности грузы подразделяются на опасные и неопасные. Опасные грузы – это вещества и материалы, которые в силу присущих им свойств при определенных условиях при перевозке, выполнении маневровых, погрузочно-разгрузочных работ и хранении могут стать причиной взрыва, пожара, химического или иного вида заражения либо повреждения технических средств, устройств, оборудования и других объектов, и третьих лиц, а также причинения вреда жизни или здоровью граждан, вреда окружающей среде [1].

Опасные грузы в силу своей опасности требуют наличия специальной упаковки, выполнения квалифицированной погрузки и разгрузки, а также особого режима перевозки. Опасные грузы делят на следующие классы:

- класс 1 «Взрывчатые вещества»,
- класс 2 «Газы (сжатые, сжиженные или растворенные под давлением)»,
- класс 3 «Легковоспламеняющиеся жидкости»,
- класс 4 «Легковоспламеняющиеся твердые вещества, способные к самовозгоранию, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой»,
- класс 5 «Окисляющие вещества и органические пероксиды»,
- класс 6 «Ядовитые и инфекционные вещества»,
- класс 7 «Радиоактивные вещества»,
- класс 8 «Коррозионные вещества»,
- класс 9 «Прочие опасные грузы» [1].

По данным Росстата за 2024 год, доля опасных грузов, перевозимых по территории Российской Федерации, составила около 20% от общего грузооборота или, примерно, 800 млн тонн в год. Из них 65% пришлось на долю автомобильного транспорта, около 30% – на долю железнодорожного, примерно 5% – на долю морского и речного транспорта и около 0,1% – на долю авиации, как показано на рисунке 1 [2].



Рис. 1. Виды транспорта, задействованные в перевозке опасных грузов в Российской Федерации

Распределение объема опасных грузов для железнодорожного транспорта по типу продукции представлено на рис. 2. Как видно из рисунка, большую часть перевозимых опасных грузов составляют нефть и нефтепродукты, уголь, металлы и прочие грузы.

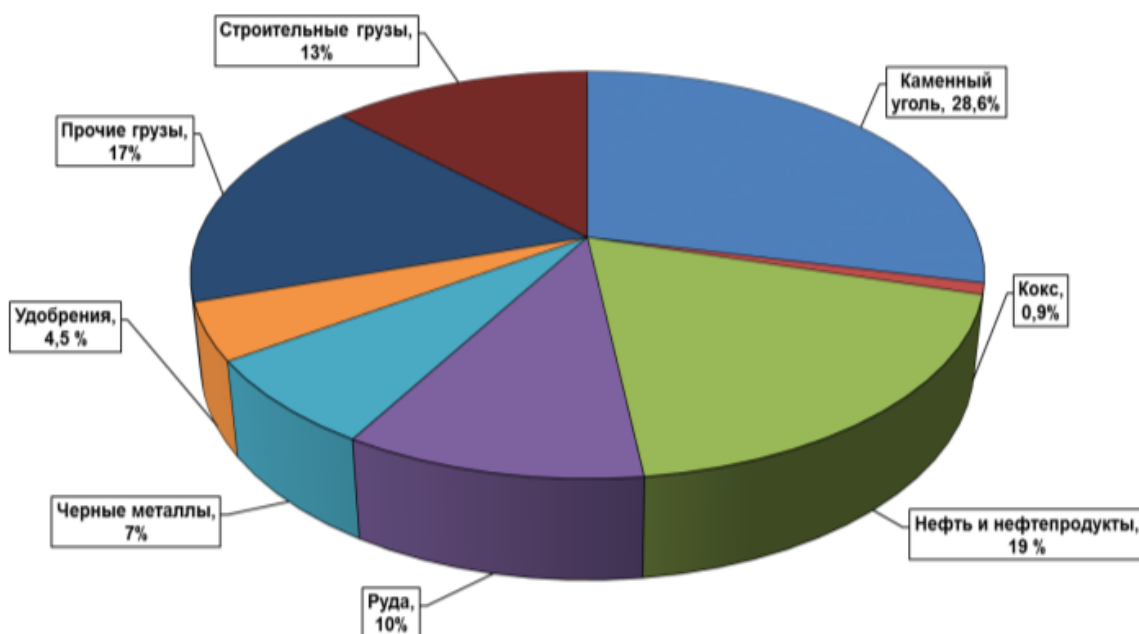


Рис. 2. Распределение объема опасных грузов по типу продукции для перевозок железнодорожным транспортом в РФ

Наиболее важной задачей в области перевозок опасных грузов является снижение рисков возникновения аварийных ситуаций, поскольку несоблюдение норм и правил доставки опасных грузов может привести к непредсказуемым последствиям, таким как пожар, взрыв, химическое заражение, заражение окружающей среды, что может представлять угрозу здоровью или жизни человека.

Применение автоматизированных процедур принятия решений при аварийных ситуациях с перевозимыми опасными грузами, значительно сокращает время реакции и повышает уровень готовности службы безопасности и спасателей к действиям в экстремальных обстоятельствах. Важную роль в обеспечении оперативности при принятии решений на проведение аварийных работ, может сыграть применение современных средств мониторинга за процессом перевозок, таких, как, например, беспилотные летательные аппараты, оснащенные камерами видеонаблюдения высокого разрешения для наблюдения в любое время суток независимо от погодных условий, а также автоматическими газоанализаторами для оценки концентрации потенциально опасных газов и паров в атмосфере около движущегося поезда с опасными грузами.

Рассмотрим вариант действий системы интеллектуального мониторинга аварий с поездами, перевозящими опасные грузы. Для ее реализации необходимо, чтобы поезд на всем маршруте своего движения сопровождался беспилотным летательным аппаратом, который позволил бы осуществлять наблюдение за процессом движения поезда и состоянием вагонов, в которых перевозится опасный груз. Предположим, что могло произойти возгорание поезда, в составе которого находятся цистерны, перевозящие опасные химические вещества. Оператор беспилотного летательного аппарата, который осуществляет постоянное сопровождение поезда, будет действовать в соответствии со следующим алгоритмом, блок-схема которого представлена на рисунке 3.

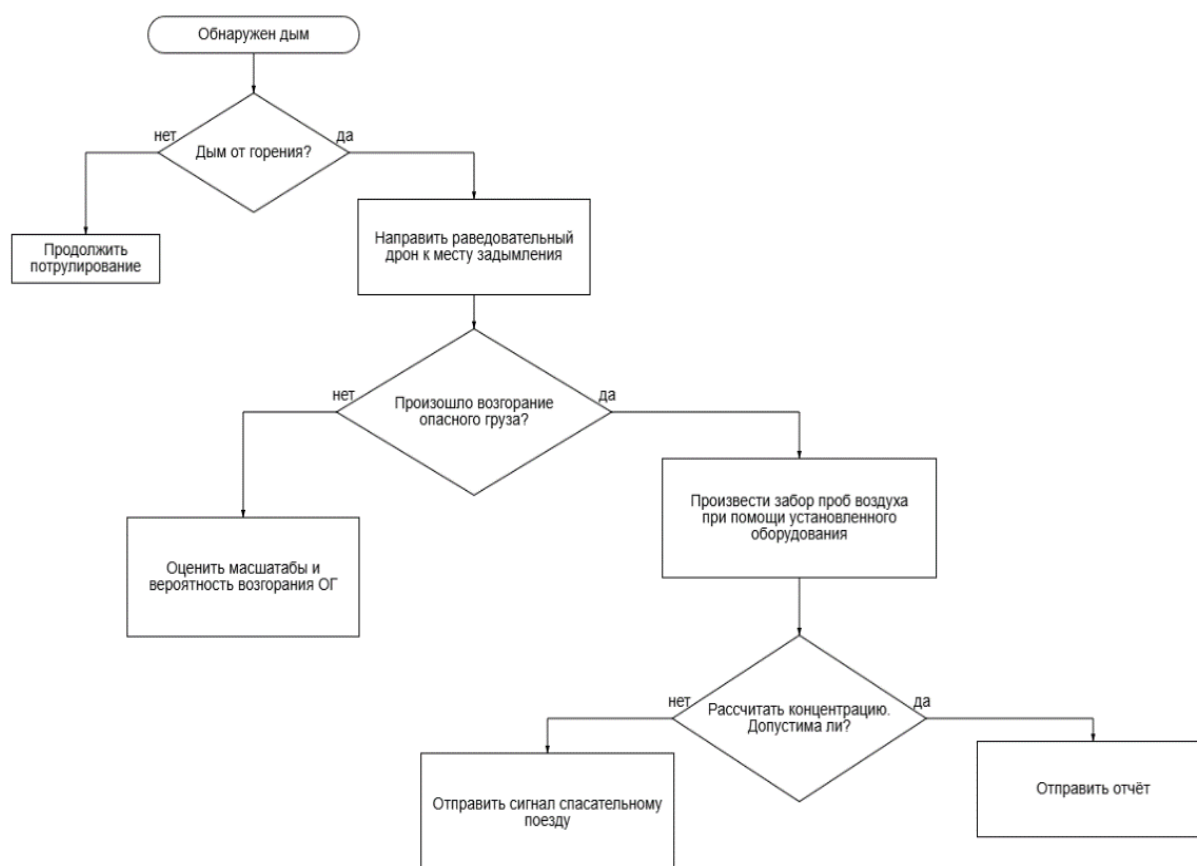


Рис. 3. Алгоритм действий БПЛА в случае крушения поезда, перевозившего ОГ

При выявлении открытого горения, сопровождающегося появлением дыма, к месту аварийной ситуации будет направлен разведывательный беспилотный летательный аппарат, который автоматически осуществит забор проб воздуха и проведет расчет концентрации вредных веществ и, в случае превышения допустимых норм, отправит сигнал для задействования спасательного поезда. Кроме того, будут даны указания работникам аварийно-спасательных формирований по уточнению экипировки в части используемых инструмента и средств индивидуальной защиты. В результате будет существенно сокращено время на принятие решения для начала аварийных мероприятий, что снизит риски серьезного ущерба при аварии с транспортируемым грузом.

Используя предложенную схему, специалисты смогут своевременно оценивать степень риска и определять меры, необходимые для предотвращения дальнейшего развития кризиса и минимизации ущерба. Таким образом, схема служит важным инструментом повышения уровня защиты населения и инфраструктуры в сфере железнодорожного транспорта [3, 4].

Таким образом, обеспечение комплексной безопасности при перевозке опасных грузов требует постоянного внимания к инновационным технологиям, законодательной базе и обучению персонала, чтобы минимизировать риски и обеспечить безопасность во всех этапах логистического процесса.

Библиографический список

1. Обеспечение безопасности при перевозке опасных грузов / Д.С. Алтынов М.А. Дергунова, И.Г. Переверзев // ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2024. – 112 с. ISBN 978-5-907494-73-2
2. **Переверзев, И. Г.** Человеческий фактор при перевозке опасных грузов / И. Г. Переверзев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 104–107.
3. Обеспечение безопасности технологических систем предприятий транспортной инфраструктуры / Т. А. Финоченко, И. А. Баланов, С. В. Борисов [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4(61). – С. 109-113. – EDN VRKCF.
4. Профессиональный стандарт «Специалист по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками». Утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 марта 2022г. № 138н.

T. A. Finochenko, I. G. Pereverzev

PROPOSALS FOR IMPROVING THE COMPREHENSIVE SAFETY OF WORKERS DURING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS BY RAIL

Abstract. The article examines the problems of integrated safety in the transportation of dangerous goods by rail. Proposals are made for the use of automated decision-making procedures in emergency situations involving dangerous goods being transported when monitoring the transportation process to increase the level of integrated safety.

Keywords: dangerous goods, integrated safety, technical means, algorithm, intelligent monitoring systems.

For citation: Finochenko T. A. Proposals for Improving the Integrated Safety of Workers during the Transportation of Dangerous Goods by Rail / T. A. Finochenko,

I. G. Pereverzev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 2. – P. 52 – 56.

Сведения об авторах**Финоченко Татьяна Анатольевна**

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
заведующий кафедрой,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: fta09@bk.ru

Переверзев Игорь Геннадьевич

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

Information about the authors**Finochenko Tatiana Anatolyevna**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Head of the Chair,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: fta09@bk.ru

Pereverzev Igor Gennadievich

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

УДК: 796/799

В. Л. Фомин

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ В СПОРТЕ: ВОПРОСЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Выбор пищевых добавок часто основывается на эмпирическом подходе и игнорировании результатов клинических исследований. Маркетинговые «волшебные формулы» или рекомендации других спортсменов могут снизить эффективность тренировок и создать риски для здоровья. Внедрение в современную спортивную нутрициологию исследовательской пирамиды Боргетто в качестве стандарта эффективности и безопасности добавок способно научно обоснованно трансформировать потенциал спортсмена в реальные достижения.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, спортивное питание, пирамида Боргетто

Для цитирования: Фомин, В. Л. Пищевые добавки в спорте: вопросы эффективности и безопасности / В. Л. Фомин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 57 – 62.

Актуальность. Высокопроизводительный современный спорт требует точных, основанных на фактических данных подходов к оптимизации физиологических функций организма спортсмена, где даже незначительные улучшения могут иметь решающее значение для достижения результатов и профессионального долголетия [1, 2].

Историческое развитие доказательной медицины в спорте прошло путь от эмпирических наблюдений до строгих научных протоколов. Если в начале XX века подходы к спортивному питанию основывались преимущественно на традициях и индивидуальном опыте тренеров, то в настоящее время сформировалась полноценная дисциплина спортивной нутрициологии, основывающаяся на принципах доказательной медицины. Однако, серьезным препятствием для продвижения научных данных является высокая коммерциализация и потенциальный конфликт интересов рынка спортивного питания. Это создает предпосылки для распространения фальсификатов и недостоверной информации о свойствах различных добавок [3]. В этих условиях критически важным становится формирование надежной доказательной базы, позволяющей объективно оценивать эффективность и безопасность нутритивных вмешательств в спорте. Именно необходимость систематизации и градации доказательств привела к формированию концептуальных моделей, среди которых исследовательская пирамида Боргетто занимает особое место как инструмент для оценки достоверности научных данных в области спортивной нутрициологии [4].

Цель исследования: систематизировать причины и эффекты применения пищевых добавок в спорте высших достижений с позиции доказательной медицины.

Результаты исследования. Исследовательская пирамида Боргетто – это концептуальная модель, разработанная в 2006 году в Германии профессором Клаусом Боргетто для систематизации уровней доказательности научных данных в биомедицинских исследованиях. Изначально данная модель создавалась как инструмент для оценки качества доказательств в клинической медицине, однако впоследствии нашла широкое применение в различных областях, включая спортивную нутрициологию.

Пирамида Боргетто представляет собой иерархическую структуру, отражающую степень достоверности различных типов научных исследований. В основании пирамиды располагаются наименее надежные источники информации, такие как описания отдельных

клинических случаев и мнения экспертов. По мере восхождения к вершине пирамиды повышается методологическое качество исследований, степень контроля над систематическими ошибками и, соответственно, уровень доказательности представленных данных. Значимость пирамиды Боргетто для спортивной науки заключается в том, что она предоставляет методологический каркас для оценки степени надежности научных данных о влиянии пищевых добавок, витаминов и минералов на спортивную производительность, адаптационные процессы и здоровье спортсменов. Это особенно важно в условиях информационного перенасыщения и агрессивного маркетинга на рынке спортивного питания, когда необходимо отделять научно обоснованные факты от коммерчески мотивированных заявлений.

Хотя концепция оценки доказательности результатов исследований пищевых добавок относится к настоящей статье, мы воздержимся от ее обсуждения из соображений экономии места. Уместно указать, что, несмотря на методологические преимущества объективной оценки достоверности исследований в области спортивной нутрициологии существуют ряд специфических ограничений. Во-первых, лабораторные условия не всегда адекватно воспроизводят реальный соревновательный контекст. Во-вторых, использование интенсивных физических нагрузок и потенциально эргогенных субстанций требует тщательного этического контроля. В-третьих, стандартизация тренировочных протоколов, контроль над сопутствующим питанием и другими факторами образа жизни, а также точное измерение релевантных для спорта исходов представляют значительные технические вызовы.

Основными причинами использования пищевых добавок в спорте является увеличение мышечной массы, силы, выносливости, а также улучшение восстановления после тренировки [3, 5].

В этой связи, если речь идет о витаминных и минеральных добавках, то вопреки устоявшемуся в спортивной среде мнению, они не обладают эргогенным действием: не повышают силу, выносливость, толерантность к интенсивным нагрузкам и не улучшают восстановление после тренировки. Некоторую эффективность можно объяснить лишь эффектом плацебо. Тем не менее, их дефицит, скорее всего, снизит работоспособность, особенно если спортсмен входит в группу риска (диета с ограничением калорий в отдельных видах спорта, спортсмены-вегетарианцы, наличие железодефицитной анемии, заболевания желудочно-кишечного тракта, длительное ограничение в солнечном свете). Несмотря на то, что на данный момент нет официальных рекомендаций по микроэлементам, предназначенным специально для спортсменов, представляется важным обратить внимание на уровни в крови у спортсменов следующих микронутриентов: тиамина, ниацина, рибофлавина, витамина B12, витамина A, витамина D, железа, кальция и электролитов — натрия и хлора. Если целью является не восполнение клинически значимого дефицита витаминов и минералов через назначение высоких доз добавок, а поддержание достаточного уровня активности спортсменов, то важно в первую очередь ориентироваться на пищевые источники, так как они не вызовут нежелательные эффекты. Коротко перечислим роль указанных витаминов и микроэлементов в поддержании здоровья и оптимальной физической работоспособности спортсменов.

Тиамин (витамин B1) важен для расщепления углеводов и аминокислот с разветвленной цепью. Его источниками являются цельные и обогащенные зерновые продукты, свинина и черная фасоль. Однако избыток тиамина, хотя и редок, может вызвать аллергические реакции и расстройства пищеварения.

Рибофлавин (витамин B2) способствует превращению белков, жиров и углеводов в доступную энергию. Важно включать в рацион богатые рибофлавином продукты: молочные продукты, яйца, мясо, а также зеленые листовые овощи и обогащенные злаки.

Ниацин (витамин B3) также необходим для метаболизма, но его избыток может привести к серьезным побочным эффектам, включая диарею, слабоумие и повреждение

печени. Поэтому предпочтение следует отдавать пищевым источникам, таким как птица, арахис, рыба, а не добавкам.

Витамин B6 участвует в множестве метаболических процессов и необходим для расщепления пищи. Однако его чрезмерное употребление может привести к нейропатии и повреждению нервов. Основные источники включают птицу, фисташки, нут и чечевицу.

Витамин B12 необходим для синтеза гемоглобина и образования красных кровяных телец. Наибольшее количество содержится в продуктах животного происхождения — в субпродуктах (печень, почки и сердце) и морепродуктах. Таким образом, веганы и спортсмены-вегетарианцы могут испытывать дефицит витамина B12. Избыток витамина B12 может вызывать головные боли, боли в животе, спутанность сознания, тошноту, диарею, слабость и кожные реакции (акне).

Основная функция железа в организме заключается в транспортировке кислорода через эритроциты к органам и тканям. Избыток этого микроэлемента токсичен и может привести к повреждению печени, сердца и поджелудочной железы. Содержание железа в пищевых продуктах — свиной, куриной и говяжьей печени, куриных яйцах, креветках, гречневой крупе, бобовых и шпинате, позволяет обеспечить организм достаточным количеством этого минерала.

Витамин А известен своей ролью в работе органов зрения, выработке лимфоцитов (ключевых агентов иммунной системы), здоровье кожи, дыхательной и пищеварительной систем. Прием в количествах, превышающих суточные дозы вызывает выраженную головную боль, нарушение зрения, сонливость, тошноту и рвоту, мышечную слабость и даже повреждение печени. Безопасными и богатыми источниками витамина А считают говяжью печень, печеночный паштет, тыкву, морковь и шпинат.

Основное значение витамина D заключается в поддержании оптимального баланса кальция и фосфора, который необходим для роста и здоровья костей. Его дефицит может привести к частым спортивным переломам из-за остеопении. Избыток витамина D может вызвать повышенную утомляемость, боли в костях и мышцах, нарушения сердечного ритма и нервно-психические расстройства. При длительном приеме в больших дозах он вызывает гиперкальциемию, которая приводит к повреждению почек и сердечно-сосудистым заболеваниям. Витамин D усваивается под воздействием солнечного света, а хорошими пищевыми источниками витамина D являются рыбий жир, печень трески, сельдь и другие сорта рыбы, а также молоко и творог.

Кальций исключительно важен для здоровья костей, а также обеспечения нормальной сократимости и передачи нервных импульсов. Повышенное содержание кальция в крови (уровень общего кальция более 2,6 ммоль/л и/или содержание ионизированного кальция свыше 1,3 ммоль/л) может привести к образованию камней в почках, гипертонии, желудочно-кишечным расстройствам - тошноте, рвоте, потере аппетита и запорам, неврологическим проявлениям — слабости, утомляемости, депрессии, а также болезням сердца (аритмии). Основными источниками кальция являются пармезан и другие твердые сыры, молоко, творог, петрушка, листовая капуста и орехи.

Натрий и хлорид — два основных минерала, которые входят в состав спортивных напитков (изотоников) с концентрацией, схожей с их уровнем содержания в организме. В изотониках уровень содержания натрия (10–20 ммоль/л) и 4–6% полимер глюкозы стимулирует всасывание жидкости во время нагрузки. Если спортсмен, потребляет обычную воду в условиях длительных тренировок и высокой температуры окружающей среды, то у него может возникнуть острый дефицит солей наряду с недостатком воды. Причина — вместе с высоким потоотделением, избыточное мочеиспускание приводит к дополнительной потере натрия. Гипонатриемия нарушает постоянный состав крови, передачу нервных импульсов, сокращение мышц (судороги), способствует уменьшению объема циркулирующей крови и развитию спутанности сознания. Однако избыток натрия в напитках и/или пище (больше 135 ммоль/л в плазме крови), может способствовать повышению артериального давления и отеку

головного мозга с развитием фатальных состояний. Тем не менее, спортсменам с высоким уровнем потери пота (более 1,2 л/час) следует добавлять ½ чайной ложки соли (1 грамм натрия).

Важной проблемой в спорте является прием типичных антиоксидантов — витаминов С, А и Е. Многие спортсмены, особенно в циклических видах спорта, продолжают ежедневно употреблять антиоксидантные добавки, превышающих рекомендованную суточную дозу. С одной стороны, спортивные нагрузки повышают уровень активных форм кислорода, что предположительно может привести к хроническому окислительному стрессу, повреждению мышц и снижению работоспособности. С другой стороны, с годами подготовки у спортсменов повышается эффективность работы собственной антиоксидантной системы. Недавние исследования показали, что прием антиоксидантов подавляет адаптивную реакцию организма на физическую нагрузку, ограничивая вызванный физической нагрузкой окислительный стресс. Обнаружено, что некоторые антиоксиданты снижают рост $\dot{V}O_{2\max}$, затрудняют адаптацию клеточной выносливости через снижение экспрессии фермента цитохромоксидазы (COX4) на внутренней мембране митохондрий и биогенез скелетных мышц [6].

Принимая во внимание, что свободные радикалы играют важную роль в физиологических сигнальных путях, регулирующие реакции на острые и повторяющиеся нагрузки, нет достаточных доказательств для рекомендации дополнительного приема высоких доз антиоксидантных добавок для спортсменов. Исключением могут быть спортсмены, которые ограничивают себя в потреблении энергии, сокращая в своем рационе жиры, фрукты, овощи и цельные зерна. Для остальных случаев, самая безопасная и эффективная стратегия в отношении антиоксидантов — это оптимально подобранный рацион питания.

Другие пищевые добавки также требуют обсуждения. Перечислим наиболее изученные и распространенные ингредиенты, заявленные производителями как эргогенные пищевые добавки [7].

Пищевые добавки для улучшения производительности в видах спорта на выносливость):

- Свекла или свекольный сок. Увеличение выносливости при циклических нагрузках до изнеможения. Наиболее эффективно для любителей. Безопасно при кратковременном использовании в обычно рекомендуемых дозах;
- Бета-аланин. Улучшение производительности циклических упражнений до 10 минут. Безопасен при дозах 1,6–6,4 г/день до 8 недель (возможна парестезия);
- Кофеин. Улучшение выносливости и/или результативности при прерывистых длительных упражнениях. Безопасен при дозировках до 400-500 мг/день для взрослых;
- Цитруллин. Повышение выносливости. Безопасен при дозировках до 9 г/день в течение 1 дня или 6 г/день до 16 дней;
- Бикарбонат натрия. Незначительное или умеренное улучшение показателей при краткосрочной и прерывистой интенсивной тренировке. Безопасен при кратковременном приеме (возможны тошнота и диарея);

Пищевые добавки для оптимизации деятельности мышечной системы:

- Аминокислоты с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин, валин). Прирост мышечной массы и силы. Безопасны при приеме 20г/день или менее 6 недель приема;
- Креатин. Увеличение силы и мощности. Безопасен при типичной дозировке; возможно увеличение веса из-за задержки воды;
- Белок. Улучшение реакции мышц на тренировку во время упражнений и в период восстановления. Безопасен при дозах до 2,0 г/кг массы тела;
- Бета-гидрокси-бета-метилбутират (ГМБ). Ускорение восстановления поврежденных мышц. Безопасен при дозе 3 г/день до 2 месяцев;
- Бетаин. Скрамное улучшение показателей силы и мощности. Безопасен при приеме 2–5 г/день в течение 15 дней;

- Глютамин. Уменьшение болезненности мышц. Безопасен при приеме около 45 г/день в течение 6 недель;
- Вишня кислая или терпкая. Восстановление мышечной силы и снижение болезненности мышц после тренировки. Безопасна при приеме примерно до 0,5 литров сока в день в течение 2 недель.

Независимо, были ли клинические испытания пищевых добавок ограниченными или многочисленными, большинство из них имеют непоследовательные или противоречивые результаты. Поэтому говорить о явной эффективности отмеченных выше добавок преждевременно. Вероятно, исключением могут быть кофеин, креатин, белок и бикарбонат натрия, так как результаты исследований их эффективности были в основном очевидны и обоснованы.

Заключение. Таким образом, спортивная нутрициология, основанная на доказательствах, поддерживает использование только нескольких пищевых добавок. Однако, даже такие добавки могут не оказывать ожидаемого эргогенного преимущества, если у спортсмена нет соответствующей физической подготовки и надлежащих тренировок, лежащих в основе спортивных достижений.

Библиографический список

1. **Белавкина, М. В.** Промышленная санитария и гигиена труда. Здоровье и работоспособность. / М. В. Белавкина, А. В. Борисова, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Т. А. Финоченко. – Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2022. – 108 с. ISBN: 978-5-907494-06-0
2. **Лысенко, А. В.** Здоровье и долголетие спортсменов: состояние и перспективы в условиях кризиса олимпийских идеалов и ценностей / А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, В. Н. Федорец, В. С. Василенко // Медицина: теория и практика. – 2021. – Т.6, №4. – С. 3 – 11.
3. **Лысенко, А. В.** Эффективность использования современных эргогенных средств в спорте и опасность пищевых фальсификатов / А. В. Лысенко, Т. А. Степанова, С. С. Вассель, Д. С. Лысенко // Теория и практика физической культуры. – 2020. – №1. – С. 82 – 86.
4. **Мирошников, А. Б.** Питание в триатлоне: учебно-методическое пособие / А. Б. Мирошников, А. В. Мештель, А. В. Смоленский. – М.: Спорт, 2023. – 210 с.
5. **Arensberg, M. E.** Summit on human performance and dietary supplements summary report / M. E. Arensberg, R. Costello, P.A. Deuster, D. Jones, G. Twillman // Nutr Today. – 2014. – V. 49: 7-15.
6. **Braakhuis, A.** Impact of Dietary Antioxidants on Sport Performance: A Review / A. Braakhuis, W. Hopkins // Sports medicine. – 2015.- V. 45 (7). – P. 939-955. doi:10.1007/s40279-015-0323-x.
7. National Institutes of Health. Office of Dietary Supplements: official site. URL: <http://www.ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/> (дата обращения:08.04.2025).

V. L. Fomin

FOOD ADDITIVES IN SPORT: QUESTIONS OF EFFICIENCY AND SAFETY

Abstract. The choice of dietary supplements is often based on an empirical approach and ignoring the results of clinical studies. Marketing "magic formulas" or recommendations from other athletes can reduce the effectiveness of training and create health risks. The introduction of the Borghetto research pyramid into modern sports nutrition as a standard for the effectiveness and safety of supplements can scientifically transform an athlete's potential into real achievements.

Keywords: life safety, sports nutrition, Borghetto pyramid

For citation: Fomin, V. L. Food Additives in Sport: Questions of Efficiency and Safety / V. L. Fomin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta puty soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 57 – 62.

Сведения об авторах

Фомин Виктор Леонидович

Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта,
доцент,
e-mail: vaslfomin@sfedu.ru

Information about the authors

Fomin Viktor Leonidovich

Southern Federal University (SFU),
Academy of Physical Culture and Sports,
Associate Professor,
e-mail: vaslfomin@sfedu.ru

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

УДК 629.4.027.3

Я. К. Склифус, М. Н. Даценко, С. С. Крютченко

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. Проведен обзор и анализ конструкций фрикционных и гидравлических гасителей колебаний. Рассмотрена конструкция стандартного гидравлического гасителя. Предложено усовершенствование конструкции для повышения долговечности гидравлического гасителя, и приведены результаты расчетов.

Ключевые слова: подвижной состав, гидравлический гаситель колебаний, повышение долговечности.

Для цитирования: Склифус, Я. К. Повышение долговечности гидравлических гасителей колебаний подвижного состава / Я. К. Склифус, М. Н. Даценко, С. С. Крютченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 63 – 66.

Обзор и анализ гасителей колебаний показал, что гидравлические гасители колебаний повсеместно внедряются и вытесняют фрикционные, поскольку превосходят их по эксплуатационным показателям. К основным недостаткам фрикционных гасителей относятся: довольно быстрый износ трущихся поверхностей; зависимость сил трения от погодных условий и загрязнений; высокая сила трения покоя, из-за которой для сдвига с места поршня гасителя требуется значительно большее усилие, чем при последующем перемещении [1]. Хотя гидравлические гасители лишены перечисленных недостатков, но они требуют намного более внимательного обслуживания и контроля. Основное преимущество гидравлических гасителей колебаний – пропорциональное линейное изменение сил сопротивления от скорости перемещения и отсутствие высокого стартового сопротивления в состоянии покоя. Преимущество гидравлических гасителей подтверждается на практике, например: для устранения колебаний тележки тепловоза 2ТЭ116 требовалось шесть фрикционных гасителей, а на аналогичной тележке тепловоза 2ТЭ25КМ они были заменены на четыре более эффективных и предсказуемых гидравлических гасителя [2].

Принцип работы стандартной конструкции гидравлического гасителя колебаний заключается в следующем: в цилиндре, заполненном жидкостью, линейно перемещается поршень с калиброванными отверстиями [2], жидкость через отверстия перетекает из надпоршневого пространства в нижнюю часть цилиндра или наоборот и циркулирует по замкнутому кругу (рис. 1), при этом создается сила сопротивления движению поршня за счет вязкости жидкости. Сила сопротивления гасителей почти линейно зависит от скорости поршня [3].

В случае слишком быстрого перемещения поршня, к примеру? при наезде колеса на стык рельсов при высокой скорости, для предотвращения гидроудара в конструкции гасителя предусмотрены два клапана. Эти клапаны открываются при высоком давлении и перепускают жидкость по дополнительным каналам [3].

К сожалению, в процессе работы трущиеся детали гидравлического гасителя изнашиваются, а в рабочей жидкости постепенно образуются осадки. Все эти загрязнения циркулируют по кругу внутри гасителя и постепенно откладываются на механизме клапанов

[4]. Это затрудняет и ухудшает работу защитных клапанов, а в тяжелых случаях может привести к залипанию и несрабатыванию клапанов [3].

В итоге, гаситель начинает работать некорректно, может начать работать ослабленно с постоянно открытым клапаном или получать гидроудары при несрабатывании засорившихся механизмов клапанов.

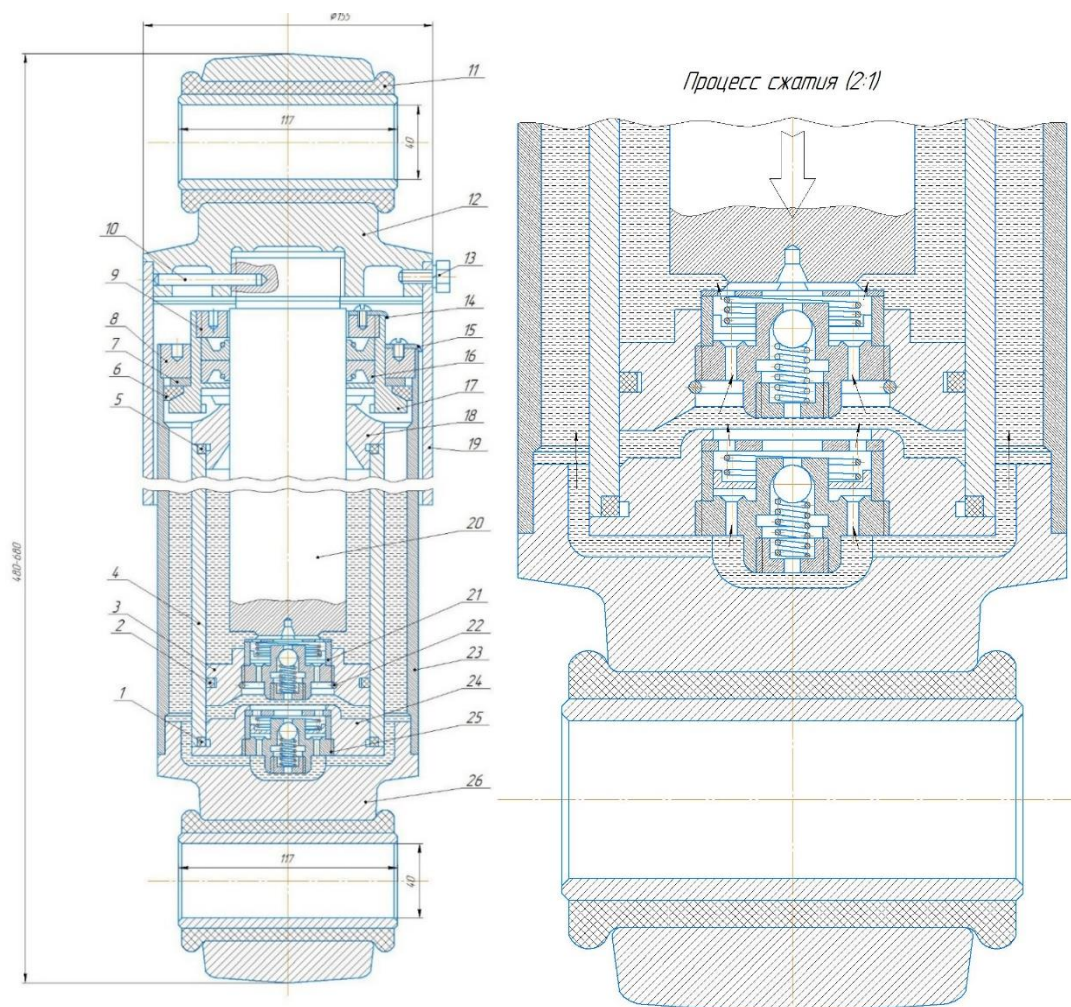


Рис. 1. Стандартная конструкция гидравлического гасителя колебаний

- 1 – кольцо; 2 – кольцо компрессионное; 3 – поршень; 4 – цилиндр;
 5, 6 – кольца резиновые; 7 – кольцо металлическое; 8, 9 – гайки;
 10 – винт; 11 – втулка резиновая; 12 – головка верхняя; 13 – винт
 стопорный; 14, 15 – планка стопорная; 16 – сальник; 17 – обойма;
 18 – втулка направляющая; 19 – кожух; 20 – шток; 21 – клапан
 верхний; 22 – кольцо пружинное; 23 – корпус; 24 – фланец;
 25 – клапан нижний; 26 – головка

Для повышения межремонтного пробега и продления жизненного цикла, а также защиты клапанов от засорения в данной работе предлагается следующее усовершенствование конструкции гидравлического гасителя колебаний: в нижней точке циркуляции жидкости в корпусе гасителя выполнено специальное углубление для осаждения продуктов износа и прочих загрязнений (рис. 2). На концах отверстия выполнены участки с резьбой для двух пробок.

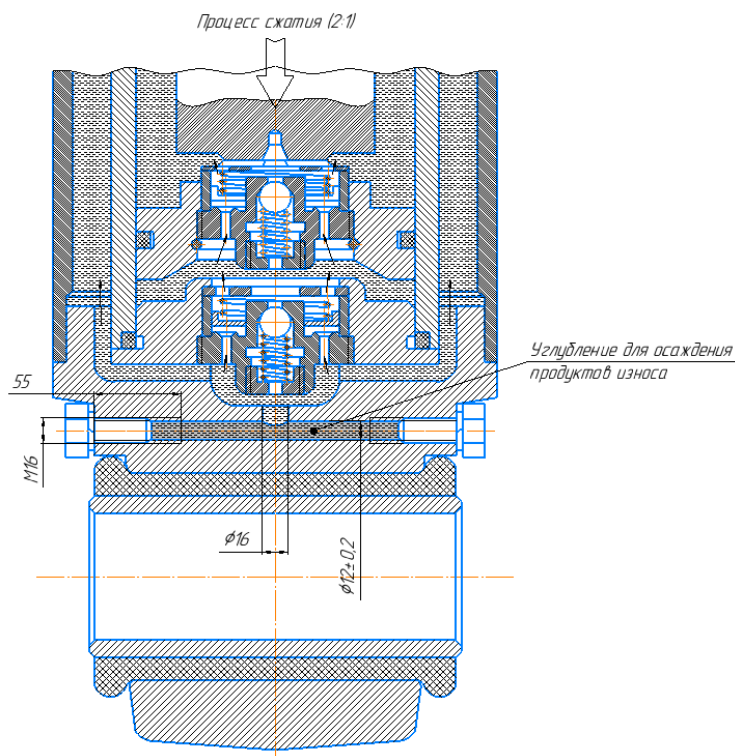


Рис. 2. Предлагаемая конструкция гидравлического гасителя колебаний

Пробки предназначены для слива жидкости и механической прочистки полости от осадка и отложений. Также они могут быть использованы для заправки гасителя рабочей жидкостью. Углубление для осадков соединено вертикальным каналом с нижней точкой полости для циркуляции жидкости в гасителе колебаний, в центре углубления под клапаном.

В процессе работы продукты износа и осадки будут циркулировать по кругу вместе с рабочей жидкостью, и под действием силы тяжести опускаться вниз в объеме рабочей жидкости, где, находясь в нижней точке циркуляционных каналов под клапаном, по отводящему каналу опускаться и накапливаться в спроектированной полости [5].

Выводы: согласно результатам расчетов, проведенных по стандартным методикам [6], применение углубления для осаждения продуктов износа в конструкции гасителя позволит продлить срок службы гасителя на 20 % без существенных капиталовложений, поскольку предлагаемое усовершенствование не требует кардинальных изменений в конструкции деталей гасителя [7]. Габариты и посадочные отверстия гасителя не изменились, что позволит установить проектную конструкцию на тележку вместо стандартных гасителей колебаний.

Библиографический список

1. **Иваночкин, П. Г.** Основы механики подвижного состава: Учеб. пособие в 2 ч. - Ч. 1. / П. Г. Иваночкин, А. А. Зарифьян, Е. А. Василькова – Ростов н/Д.: 2019. – 58 с. – ISSN: 978-5-88814-913-3
2. **Тимофеев, С. В.** Механическое оборудование тепловоза 2ТЭ25КМ: Учебное пособие / С. В. Тимофеев // Приволжский учебный центр профессиональных квалификаций структурное подразделение «Приволжской железной дороги» филиала ОАО «РЖД» – Саратов: 2018. – С. 23-26. – ISSN: 0869-8147
3. ПКБ ЦТ.25.0113 Руководство по техническому обслуживанию и ремонту гидравлических и фрикционных гасителей колебаний локомотивов: 2014 / ОАО «РЖД». – СПб: Издательство ПГУПС, 2014. – 247 с.

4. Основные методы восстановления деталей и узлов при ремонте локомотивов и вагонов и оценка их эффективности / А. М. Перепеченов, А. С. Фискевич, М. С. Буянов, С. В. Дашенко. // Специальная техника и технологии транспорта. – 2021. – № 10. – С. 97-106. – ISSN 2712-9624.
5. **Воробьев, А. А.** Анализ современных способов очистки узлов и деталей при ремонте подвижного состава / А. А. Воробьев, А. М. Будюкин, Д. Ю. Понамарев. // Специальная техника и технологии транспорта. – 2020. – № 5 (43). – С. 89-94. – ISSN 2712-9624.
6. **Рубан, В. Г.** Решение задач динамики железнодорожных экипажей в пакете MathCad: Учеб. пособие. / В. Г. Рубан, А. М. Матва // РГУПС – Ростов н/Д: 2009. – 99 с.
7. **Валенцева Е. В.** К вопросу об оценке стоимости современного тягового подвижного состава на основе технико-эксплуатационных характеристик / Е. В. Валенцева, Т. З. Талахадзе, А. С. Шапшал // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2023. – № 1 (152). – С. 43-48. – ISSN 2219-0279.

Y. K. Sklifus, M. N. Datsenko, S. S. Kryutchenko

INCREASING THE DURABILITY OF HYDRAULIC VIBRATION DAMPERS OF ROLLING STOCK

Abstract. A review and analysis of the designs of friction and hydraulic vibration dampers is conducted. The design of a standard hydraulic damper is considered. An improvement of the design to increase the durability of the hydraulic damper is proposed, and the results of calculations are presented.

Keywords: rolling stock, hydraulic vibration damper, increased durability.

For citation: Sklifus, Y. K. Increasing the Durability of Hydraulic Vibration Dampers of Rolling Stock / Y. K. Sklifus, M. N. Datsenko, S. S. Kryutchenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 63 – 66.

Сведения об авторах

Склифус Ярослав Константинович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: yaroslav.sklifus@mail.ru

Дашенко Максим Николаевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
студент,
e-mail: maksimdacenko62@mail.ru

Крютченко Степан Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
студент

Information about the authors

Sklifus Yaroslav Konstantinovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: yaroslav.sklifus@mail.ru

Datsenko Maxim Nikolaevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Student,
e-mail: maksimdacenko62@mail.ru

Kryutchenko Stepan Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Student

УДК 656.2 + 06

Т. З. Талахадзе

ГИБРИДНАЯ ТЯГОВАЯ СИСТЕМА ЛОКОМОТИВА

Аннотация. В статье выполнено обоснование выбора гибридной тяговой системы локомотива в соответствии с ролью дизель-генераторной установки. Сформулированы требования к гибридной тяговой системе локомотива. Рассмотрим возможные варианты распределения потоков энергии в гибридной тяговой системе локомотива.

Ключевые слова: локомотив, дизель-генераторная установка, тяговые электродвигатели, накопитель энергии, гибридная тяговая система, энергетическая эффективность.

Для цитирования: Талахадзе, Т. З. Гибридная тяговая система локомотива // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 67 – 70.

В рамках «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» [1], «Стратегии научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга)» [2], «Энергетической стратегией холдинга «РЖД» на период до 2015 года и на период до 2030 года» [3], «Долгосрочной программой развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации» предусмотрено снижение ресурсоемкости перевозок и их воздействия на окружающую среду [4]. В период до 2030 года необходимо в конструкции новых локомотивов реализовать следующие целевые параметры: сокращение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов на 10 – 15 %; применение асинхронного тягового привода и применение нескольких источников энергии.

Технологии накопления энергии успешно применяются на транспорте. Гибридные и электрические автомобили активно эксплуатируются и показывают хорошие показатели. Применительно к автомобильному транспорту существует три вида гибридных систем: последовательная (Full Hybrids, Plug-in Hybrid), параллельная (Mild Hybrids) и смешанная (Full Hybrids, Hybrid Synergy Drive). Гибридные системы отличаются ролью, которую в ней играет двигатель внутреннего сгорания [5].

Последовательная гибридная система наиболее подходит для использования на железнодорожном транспорте, так как в ней двигатель внутреннего сгорания применяется только в качестве привода генератора, который в свою очередь вырабатывает энергию и подает ее на обеспечение вспомогательных систем (собственных нужд локомотива), либо на тяговые электродвигатели, либо на устройство накопления электрической энергии (накопитель энергии) [6, 7]. При данной схеме исполнения гибридной системы мы получаем классическую дизель-генераторную установку в качестве источника первичной энергии и устройство накопления энергии в качестве вторичного источника. Такая схема позволяет минимизировать изменения в конструкции локомотива для реализации гибридной тяговой системы. Однако не дает возможности реализовать весь ее потенциал так как дизель-генераторная установка продолжает работать на переходных режимах.

Наиболее перспективным представляется использовать дизель-генераторную установку исключительно как источник энергии для накопителя, а уже от него питать тяговые электродвигатели и обеспечивать работу вспомогательных систем локомотива (рисунок 1).

Представленная гибридная тяговая система локомотива имеет два ярко выраженных модуля: генерирующая часть (дизель-генератор – выпрямительная установка – зарядно-

Схема электроснабжения системы с возобновляемыми источниками энергии. Включает генератор (Д), трансформатор (СТ), выключатель (ВУ), контроллер (КУ), распределительное устройство (ЗРУ) и нагрузку (НЭ). ЗРУ питает шесть трансформаторов (ТН), каждый из которых питает электродвигатель (ТЭД).

4. Энергия, вырабатываемая дизель-генераторной установкой, поступает на ВУ, от нее на КУ и подается в ЗПТ, одновременно с этим, энергия от НЭ через ЗРУ и КУ также подается

в ЗПТ откуда через индивидуальные ТП поступает на ТЭД – реализация максимальной мощности тяговой системы локомотива для увеличения его тяговых свойств. Может быть реализована при эксплуатации ТЭД в 30- и 10-минутном режиме.

5. Энергия, вырабатываемая ТЭД в режиме рекуперации через ТП, ЗПТ и КУ поступает на ЗРУ для восполнения энергии в НЭ – реализуется при рекуперативном торможении.

6. Энергия от внешнего источника энергии (сеть депо, станции и т.д.) через ЗРУ поступает в НЭ для его зарядки – реализуется при длительных стоянках.

Заключение

Предлагаемая гибридная тяговая система позволит:

- использовать дизель-генераторную установку в режиме с наилучшими показателями энергетической эффективности – номинальном режиме работы, тем самым улучшить показатели энергетической эффективности;
- использовать в тяговой системе высокоэффективные асинхронные тяговые электродвигатели;
- управлять тяговым электроприводом (тяговыми электродвигателями) таким же образом, как это реализуется на электровозе;
- сократить расход топливно-энергетических ресурсов на тягу поезда и снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- повысить тяговые свойства локомотива;
- накапливать и использовать на тягу поезда энергию рекуперативного торможения;
- увеличить жизненный цикл дизель-генераторной установки;
- реализовать модульный принцип построения тяговой системы локомотива.

Библиографический список

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: Утверждена распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 года №877-р.
2. Стратегия научно-технологического развития холдинга РЖД на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Бела книга). – Москва: ОАО «РЖД». – 2015. – 128 с.
3. Энергетическая стратегия холдинга «РЖД» на период до 2015 года и на период до 2030 года. – Москва: ОАО «РЖД». – 2011. – 97 с.
4. Долгосрочная программа развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации: Утверждена распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 года №466-р.
5. **Талахадзе, Т. З.** Обзор существующих видов гибридных силовых установок и перспективы их применения на железнодорожном транспорте / Т. З. Талахадзе // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 2. – С. 64-66. – EDN XBNUPX.
6. **Зарифьян, А. А.** Обзор конструкций тягового подвижного состава, оснащенных гибридным тяговым приводом / А. А. Зарифьян, Т. З. Талахадзе // Транспорт: наука, образование, производство: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 18–21 апреля 2017 года. Том 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 136-139. – EDN YSNZFF.
7. **Гребенников, Н. В.** Научные основы повышения энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности / Н. В. Гребенников, А. А. Зарифьян // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 3(68). – С. 49-53. – EDN PFLXEU.
8. **Талахадзе, Т. З.** Улучшение тягово-энергетических характеристик автономных локомотивов за счет применения модульного исполнения элементов тяговой системы / Т. З. Талахадзе, Н. В. Гребенников, И. В. Больших // Бюллетень результатов научных

исследований. – 2023. – № 4. – С. 78-89. – DOI 10.20295/2223-9987-2023-4-78-89. – EDN QYDJUX.

T. Z. Talakhadze

HYBRID LOCOMOTIVE TRACTION SYSTEM

Abstract. This article provides a rationale for selecting a hybrid locomotive traction system based on the role of the diesel generator set. Requirements for a hybrid locomotive traction system are formulated. Possible energy flow distribution options within a hybrid locomotive traction system are discussed.

Keywords: locomotive, diesel generator set, traction electric motors, energy storage, hybrid traction system, energy efficiency.

For citation: Talakhadze, T. Z. Hybrid Locomotive Traction System / T. Z. Talakhadze // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 67 – 70.

Сведения об авторах

Талахадзе Темур Зурабович

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
и. о. заведующего кафедрой,
кандидат технических наук, доцент
e-mail: 086temur086@gmail.com

Information about the authors

Talakhadze Temur Zurabovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Acting Head of the Chair,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: 086temur086@gmail.com

УДК 656.21 + 06

Т. А. Финоченко, С. С. Подуст, Т. З. Талахадзе, И. В. Больших

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

Аннотация. В статье рассматриваются производственные факторы, воздействующие на работников локомотивных бригад в процессе трудовой деятельности. Совокупное воздействие которых может приводить к развитию заболеваний, снижению работоспособности и увеличению риска травматизма.

Ключевые слова: локомотивная бригада, производственные факторы.

Для цитирования: Производственные факторы, воздействующие на работников локомотивных бригад / Т. А. Финоченко, С. С. Подуст, Т. З. Талахадзе, И. В. Больших // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 71 – 75.

Введение. Профессия машиниста и помощника машиниста на железнодорожном транспорте сопряжены с рядом специфических производственных факторов, оказывающих значительное влияние на здоровье и работоспособность членов локомотивных бригад. Эти факторы могут быть как физическими, так и психоэмоциональными, и требуют комплексного анализа для разработки эффективных мер по охране труда и улучшению условий работы локомотивных бригад. Характер неблагоприятных условий труда на железнодорожном транспорте многообразен и включает в себя высокий уровень шума и вибрации, воздействие электромагнитных полей, загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны, а также значительную физическую и психоэмоциональную нагрузку. Кроме того, для локомотивных бригад характерна работа в ночное время и в условиях неблагоприятных климатических зон, что также оказывает негативное воздействие на здоровье работников.

Группы профессиональных рисков

Каждый третий работник железнодорожного транспорта сталкивается с неблагоприятными условиями труда. При этом официально выделяют две группы специалистов, подверженных профессиональным рискам.

К первой группе относятся сотрудники, чья деятельность напрямую связана с обеспечением движения железнодорожного транспорта в условиях повышенной опасности. К ним относятся, в частности, локомотивные бригады, работники диспетчерских и операторских служб, руководители железных дорог и их заместители, а также персонал управленческих структур и подразделений, чья работа предполагает нахождение на железнодорожных путях.

Вторая группа состоит из работников, чья деятельность непосредственно не связана с обеспечением движением поездов, однако к процессу трудовой деятельности они подвергаются влиянию вредных и опасных производственных факторов. В данную категорию входят, например, дефектоскописты, слесари, гальваники и другие специалисты.

Работники, относящиеся к первой категории профессий, несут повышенную ответственность за обеспечение безопасного движения поездов, что предъявляет особые требования к выполнению их рабочих обязанностей. Вместе с тем, они постоянно подвергаются влиянию ряда неизбежных производственных факторов, представляющих опасность и вред, что значительно увеличивает риск, связанный с их профессиональной деятельностью. Особую опасность представляет собой риск травматизма, обусловленный близостью движущихся составов, высоким темпом работы и необходимостью выполнения операций в сложных условиях. Несоблюдение правил техники безопасности, недостаточное

освещение, неисправное оборудование – все это факторы, повышающие вероятность несчастных случаев на производстве.

Производственные факторы.

К производственным факторам, наиболее существенно влияющим на работников локомотивных бригад, относятся такие физические факторы, как:

- *Вибрация.* Постоянное воздействие которой, особенно в низкочастотном диапазоне, оказывает негативное влияние на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую и нервную системы, а ее длительное воздействие приводит к профессиональным заболеваниям, таким как вибрационная болезнь и радикулопатия.

- *Шум.* Его высокий уровень может вызывать снижение слуха, головные боли, раздражительность и нарушение сна, а продолжительное воздействие негативно сказывается на нервной системе и общем психоэмоциональном состоянии.

- *Микроклимат.* Работа в условиях нестабильного микроклимата, характеризующегося резкими перепадами температур, сквозняками и высокой влажностью, может приводить к переохлаждению или перегреву организма, развитию простудных заболеваний и обострению хронических заболеваний.

- *Электромагнитные поля.* Создаваемое электрооборудованием и контактной сетью, которое может оказывать негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую и эндокринную системы.

- *Освещение.* Работа в условиях недостаточного освещения, особенно в ночное время, может вызывать зрительное утомление, снижение концентрации внимания и увеличение риска ошибок, что может привести к аварийным ситуациям.

- *Загрязнение воздуха:* Вдыхание воздуха, загрязненного продуктами сгорания топлива, пылью и другими вредными веществами, может вызывать заболевания органов дыхания, аллергические реакции и другие проблемы со здоровьем.

К *психоэмоциональным факторам*, связанным с высокой ответственностью, монотонностью работы и ненормированным графиком относятся:

- *Психоэмоциональное напряжение:* Высокий уровень ответственности за безопасность движения, необходимость принятия быстрых решений в сложных ситуациях, а также постоянная готовность к возникновению внештатных ситуаций приводят к значительному психоэмоциональному напряжению.

- *Монотонный труд,* когда выполнение однообразных операций может вызывать усталость, снижение концентрации внимания, что может привести к невнимательности и ошибкам.

- *Ненормированный график работы,* включающий ночные смены, сменную работу и длительные командировки, приводит к нарушению биологических ритмов, недосыпанию, усталости и повышенной подверженности стрессу.

- *Конфликтные ситуации* при взаимодействии с диспетчерами, членами локомотивной бригады и пассажирами, негативно сказываются на психоэмоциональном состоянии работников.

- *Социальная изоляция.* Длительное пребывание вдали от семьи и друзей, а также ограниченное общение с коллегами во время работы, может приводить к чувству одиночества и социальной изоляции.

Наиболее значимым фактором, влияющим на условия работы локомотивной бригады, является информационная нагрузка, получаемая машинистом и его помощником за определенный отрезок времени, так называемый информационный поток, который может восприниматься, перерабатываться и реализовываться в определенные управляющие действия за разное время. Если это время больше того, за которое эта информация поступает, происходит потеря части оперативной информации и даже сбой в управляющей деятельности локомотивной бригады (из-за перегрузки). Такие ситуации обычно кратковременны, но их повторение приводит к снижению качества управления и безопасности движения.

Совокупное воздействие вышеперечисленных производственных факторов может приводить к развитию различных заболеваний и снижению работоспособности работников локомотивных бригад. Наиболее распространенными профессиональными заболеваниями являются:

- вибрационная болезнь и заболевания опорно-двигательного аппарата (радикулопатии, остеохондроз);
- заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца);
- снижение уровня слышимости;
- заболевания органов дыхания (хронический бронхит, пневмокониоз);
- неврологические расстройства (неврозы, нарушение сна).

Помимо профессиональных заболеваний, воздействие производственных факторов может приводить к развитию других заболеваний, таких как язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, сахарный диабет и онкологические заболевания. Снижение работоспособности работников локомотивных бригад может проявляться в виде усталости, сонливости, снижения концентрации внимания, ухудшения памяти и координации движений, что увеличивает риск ошибок и аварийных ситуаций.

Меры по улучшению условий труда и охране здоровья

Для снижения негативного влияния производственных факторов на работников локомотивных бригад необходимо проведение комплекса мер, направленных на улучшение условий труда и охрану здоровья, в том числе:

- *Модернизация локомотивного парка:* Замена устаревших локомотивов на современные, оснащенные системами вибро- и шумоподавления, кондиционирования воздуха и улучшенным освещением.
- *Оптимизация графиков работы:* Разработка графиков работы, учитывающих биологические ритмы работников и обеспечивающих достаточное время для отдыха и восстановления.
- *Обеспечение средствами защиты:* Предоставление работникам средств индивидуальной защиты, таких как наушники, респираторы и специальная одежда, обеспечивающая защиту от вибрации, шума, пыли и других вредных факторов.
- *Проведение медицинских осмотров:* Проведение регулярных медицинских осмотров для своевременного выявления и лечения профессиональных заболеваний и других проблем со здоровьем.
- *Организация комнат психологической разгрузки:* Создание комнат психологической разгрузки, где работники могут отдохнуть и расслабиться во время перерывов.
- *Проведение тренингов и семинаров:* Проведение тренингов и семинаров по вопросам охраны труда, безопасности движения и управления стрессом.
- *Развитие социальной инфраструктуры:* Развитие социальной инфраструктуры, включающей жилье, транспорт и культурно-развлекательные учреждения, для обеспечения комфортных условий проживания и отдыха работников. Организация полноценного и сбалансированного питания работников во время работы и отдыха.

Выводы и предложения

Современный уровень развития технологий в отрасли не позволяет в полной мере обеспечить соблюдение гигиенических стандартов на всех рабочих местах. Особенности технологических процессов и организации труда на железнодорожном транспорте, связанные с необходимостью круглосуточного обеспечения движения поездов и его безопасностью. Учитывая специфику железнодорожной отрасли, особое внимание уделяется разработке и внедрению мер, направленных на снижение вероятности профессиональных заболеваний и травм у работников первой категории. Эти меры включают в себя как технические решения, так и организационные мероприятия, направленные на минимизацию воздействия вредных

факторов на здоровье персонала. Однако, несмотря на предпринимаемые усилия, полное исключение рисков зачастую оказывается невозможным.

Одним из ключевых направлений является совершенствование технологических процессов и модернизация оборудования. Внедрение более современных и эргономичных машин и механизмов, автоматизация и роботизация отдельных операций позволяют сократить время нахождения работников в опасных зонах и снизить физическую нагрузку. Кроме того, важным аспектом является улучшение условий труда, таких как освещение, вентиляция и шумоизоляция в производственных помещениях.

Организационные мероприятия включают в себя проведение регулярных медицинских осмотров и психофизиологических обследований работников, обучение безопасным методам работы и использование средств индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется соблюдению режима труда и отдыха, а также обеспечению работников необходимым питанием и питьевым режимом. Важным элементом является также создание системы мотивации работников к соблюдению требований охраны труда и промышленной безопасности.

Несмотря на существующие трудности, железнодорожная отрасль постоянно работает над улучшением условий труда и снижением рисков для здоровья работников первой категории профессий. Внедрение новых технологий, совершенствование организации труда и повышение уровня подготовки персонала позволяют постепенно снижать негативное воздействие производственных факторов и повышать безопасность труда на железнодорожном транспорте. Этот процесс требует постоянного внимания и инвестиций, но является необходимым условием для обеспечения стабильной и безопасной работы отрасли.

Реализация этих мер позволит значительно улучшить условия труда и охрану здоровья работников локомотивных бригад, снизить риск профессиональных заболеваний и аварийных ситуаций, а также повысить производительность труда и качество обслуживания пассажиров и грузоотправителей. Комплексный подход к решению этой проблемы является залогом устойчивого развития железнодорожного транспорта и обеспечения безопасности движения.

Библиографический список

1. Официальный сайт ОАО «РЖД». URL: <http://rzd.ru/> (дата обращения: 21.09.2025).
2. **Финоченко, Т. А.** Влияние неустраняемых вредных производственных факторов, влияющих на машинистов локомотивов / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, А. В. Финоченко // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 07–08 февраля 2018 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 401-403. – EDN ZAILSX.
3. Промышленная санитария и гигиена труда. Здоровье и работоспособность / М. В. Белавкина, А. В. Борисова, А. В. Лысенко [и др.]. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2022. – 108 с. – ISBN 978-5-907494-06-0.
4. Методические рекомендации по оценке условий труда для основных профессий ОАО РЖД / В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко, В. А. Назимко [и др.]. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2012. – 73 с. – EDN RJONZR.
5. Оценка мероприятий по снижению воздействия вредных производственных факторов на основе риск-ориентированного подхода / Е. П. Чубарь, В. В. Козлюк, А. В. Борисова, М. В. Баланова // Вестник аграрной науки Дона. – 2024. – Т. 17. – № 1 (65). – С. 85- 94.

6. **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.

7. **Яицков, И. А.** Проблемы негативного воздействия производственного шума на работников железнодорожного транспорта / И. А. Яицков, И. Г. Переверзев, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4. – С. 112-114. – EDN YURPTF.

T. A. Finochenko, S. S. Podust, T. Z. Talakhadze, I. V. Bolshikh

PRODUCTION FACTORS AFFECTING LOCOMOTIVE CREW WORKERS

Abstract. This article examines production factors affecting locomotive crew workers during their work activities. The cumulative impact of these factors can lead to the development of illnesses, reduced performance, and an increased risk of injury.

Keywords: locomotive crew, production factors

For citation: Production Factors Affecting Locomotive Crew Workers / T. A. Finochenko, S. S. Podust, T. Z. Talakhadze, I. V. Bolshikh // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 71 – 75.

Сведения об авторах

Финоченко Татьяна Анатольевна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
заведующий кафедрой,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: fta09@bk.ru

Подуст Сергей Сергеевич

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

Талахадзе Темур Зурабович

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
и. о. заведующего кафедрой,
кандидат технических наук, доцент
e-mail: 086temur086@gmail.com

Больших Иван Валерьевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент

Information about the authors

Finochenko Tatiana Anatolievna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Head of the Chair,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
e-mail: fta09@bk.ru

Podust Sergey Sergeevich

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

Talakhadze Temur Zurabovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Acting Head of the Chair,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: 086temur086@gmail.com

Bolshikh Ivan Valerievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

УДК 517.2 + 06

Т. Э. Финоченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация. В статье рассматриваются методические подходы по анализу организационной структуры предприятия и обосновывается применение функционального анализа для решения стоящей задачи. Функциональный анализ: ориентирован на выявление и оценку эффективности выполнения функций каждым структурным подразделением. В данной работе основное внимание будет уделено функциональному анализу организационной структуры.

Ключевые слова: организационная структура, функциональный анализ, транспортное предприятие.

Для цитирования: Финоченко, Т. Э. Методические подходы к анализу организационной структуры предприятия. Функциональный анализ / Т. Э. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 76 – 79.

Организационная структура предприятия железнодорожного транспорта – это сложная и многогранная система, определяющая распределение полномочий, ответственности и ресурсов внутри организации. Ее анализ является ключевым этапом в процессе диагностики, повышения эффективности управления и адаптации к изменяющимся условиям внешней среды. От выбора оптимальной организационной структуры напрямую зависит способность предприятия достигать поставленных целей, обеспечивать конкурентоспособность и динамично развиваться. В связи с этим, разработка и применение эффективных методических подходов к анализу организационной структуры предприятия железнодорожного транспорта приобретает особое значение.

Адекватное понимание сущности процессов управления организацией обеспечивается построением формального описания условий функционирования и взаимовлияния её параметров. Для решения этой задачи используются различные методические подходы получения и переработки информации. В перечень их входят: когнитивный анализ, вероятностно-статистические методы, морфологический метод, методы параметрической идентификации параметров управления организации, методы экстраполяции тенденций изменения характеристик внутренней и внешней среды предприятия и др.

Перспективным подходом для построения оргструктуры предприятия железнодорожного транспорта является морфологический метод дающий возможность получить весь спектр схем описания исследуемого объекта и по установленным критериям и ограничениям отобрать наиболее приемлемые. Безусловно этот метод должен применяться в совокупности со всеми известными методами идентификации сложных объектов для более глубокой и точной оценки всех вариантов решения поставленной задачи [1].

С помощью морфологического анализа могут быть установлены причинно-следственные связи элементов сложного объекта (процесса), что позволит определить все допустимые и оптимальные, по заданному критерию, варианты решения данной конкретной проблемы. В зависимости от структуры, факторов и формы их параметров морфологическая модель развития ситуации позволяет решать целый ряд задач управления, решение которых позволяет не только более глубоко провести диагностику исследуемых явлений, но и выявить наиболее эффективные альтернативы по способствованию и предупреждению их развития.

При решении стоящих проблем в настоящей работе возможно применение функционального анализа, как раздела анализа, в котором, с математической точки зрения, изучаются бесконечномерные топологические векторные пространства и их отображения. Примером здесь могут являться пространства функций. Надо отметить, что в качестве разделов функционального анализа рассматриваются теория меры и интеграла, теория функций, теория операторов, дифференциальное исчисление на бесконечномерных пространствах.

В настоящее время функциональный анализ находит применение во многих отраслях знаний. В частности, в начале XXI века функциональный анализ широко применяется в теории дифференциальных уравнений, математической физике, теоретической физике (в том числе, квантовой механике, теории струн), теории управления и оптимизации, теории вероятностей, математической статистике, теории случайных процессов и других областях. Теория преобразования Фурье, используемая во многих областях науки и техники (например, в теории обработки изображений), также может рассматриваться как часть функционального анализа.

Метод функционального анализа в организационном дизайне предприятия железнодорожного транспорта позволяет собрать, систематизировать, обработать информацию и строить на этой основе формализованную модель транспортного предприятия и её организационную структуру [2].

При проведении функционального анализа организационной структуры выделяются несколько этапов.

Определение целей и задач анализа: на данном этапе необходимо четко сформулировать цели проведения анализа, определить границы исследования и критерии оценки эффективности функций. Например, целью может быть оптимизация организационной структуры для повышения производительности труда или снижения операционных издержек.

Сбор информации: сбор информации о функциях, выполняемых каждым структурным подразделением, источниках информации являются: должностные инструкции, положения о структурных подразделениях, организационные схемы, отчеты о деятельности, результаты опросов и интервью с сотрудниками. Необходимо получить максимально полную и достоверную информацию о деятельности каждого подразделения.

Классификация и систематизация функций: собранная информация о функциях систематизируется и классифицируется по различным признакам, например, по типу деятельности (основная, вспомогательная, управленческая), по уровню значимости для достижения целей организации, по частоте выполнения и т.д.

Оценка эффективности функций: оценка эффективности выполняется с использованием различных методов, таких как анализ затрат на выполнение функций, оценка времени выполнения функций, оценка качества выполнения функций, оценка степени влияния функций на достижение целей организации. Критерии оценки эффективности должны быть четко определены и измеримы.

Выявление проблем и недостатков: на основе результатов оценки эффективности функций выявляются проблемные зоны и недостатки в организационной структуре, например, дублирование функций, отсутствие четкого разграничения ответственности, неэффективное использование ресурсов, недостаточная квалификация персонала.

Разработка рекомендаций по оптимизации: на основе выявленных проблем и недостатков разрабатываются рекомендации по оптимизации организационной структуры, например, перераспределение функций между подразделениями, изменение должностных инструкций, внедрение новых технологий, повышение квалификации персонала.

Внедрение рекомендаций и контроль: разработанные рекомендации внедряются в практику и осуществляется контроль за их выполнением и результативностью. Важно обеспечить поддержку руководства и вовлечь сотрудников в процесс изменений. На первом этапе выполняется описание существующей структуры предприятия для определения ролей и

обязанностей каждого подразделения, сотрудника и анализа взаимосвязей между подразделениями.

На втором этапе производится оценка эффективности в части производительности каждого подразделения предприятия железнодорожного транспорта, выявление узких мест и неэффективных процессов.

На третьем этапе производится проверка подразделений и обязанностей работников предприятия железнодорожного транспорта в части дублирования функций, а также поиск областей, требующих оптимизации.

На четвертом, завершающем этапе, формируются предложения по улучшениям в части оптимизации распределения функций и реорганизации подразделений предприятия железнодорожного транспорта.

Исходя из вышеизложенного можно отметить, что анализ имеет ряд преимуществ, среди которых: выявление дублирования функций и неэффективного использования ресурсов; обеспечение более четкое распределение полномочий и ответственности; повышение эффективности деятельности предприятия и оптимизация организационной структуры, а также улучшение информационных потоков и коммуникаций внутри организации.

К основным проблемам организационной структуры, определённым при проведении функционального анализа, можно отнести:

1. Требуется значительных затрат времени и ресурсов. Дублирование функций, когда несколько подразделений выполняют одинаковые или схожие задачи, что ведет к избыточным затратам и снижению эффективности.

2. Недостаточную координацию и взаимодействие между подразделениями, которые приводят к задержкам и ошибкам в работе. Не учитывает неформальные отношения и связи внутри организации.

3. Невысокую мотивацию персонала и как следствие низкую производительность труда. Может вызывать сопротивление со стороны сотрудников, опасющихся изменений.

4. Отсутствие прозрачности бизнес-процессов, что затрудняет контроль и управление организацией.

Функциональный анализ является важным инструментом для анализа организационной структуры предприятия и выявления возможностей для ее оптимизации. Правильное применение функционального анализа позволяет повысить эффективность деятельности предприятия, снизить затраты и улучшить конкурентоспособность. Необходимо помнить, что это не самоцель, а средство достижения стратегических целей организации. Он должен проводиться регулярно и комплексно, с учетом специфики деятельности предприятия и с вовлечением всех заинтересованных сторон. Он является лишь одним из множества методических подходов к анализу, и его результаты должны рассматриваться в контексте других методов и аналитических данных. Только комплексный подход к анализу организационной структуры позволит выявить все проблемные зоны и разработать эффективные рекомендации по ее оптимизации.

Внедрение результатов такого анализа требует стратегического подхода и тщательного планирования. Необходимо разработать детальный план мероприятий, определяющий сроки, ответственных лиц и необходимые ресурсы для реализации каждой рекомендации. Важно обеспечить четкую коммуникацию с сотрудниками, объясняя причины изменений и их потенциальные выгоды для организации. Для успешного внедрения изменений часто требуется обучение и переподготовка персонала, особенно в случае перераспределения функций или внедрения новых технологий. При проведении функционального анализа и внедрении его результатов необходимо учитывать человеческий фактор. Изменения в организационной структуре могут вызывать сопротивление со стороны сотрудников, особенно если они опасаются потери работы или ухудшения условий труда. Поэтому важно вовлекать сотрудников в процесс анализа и принятия решений, учитывать их мнение и предоставлять им возможность высказать свои опасения и предложить свои идеи. Создание

благоприятной атмосферы доверия и сотрудничества способствует более гладкому и успешному внедрению изменений.

Оценка эффективности внедренных изменений является неотъемлемой частью процесса оптимизации организационной структуры предприятия железнодорожного транспорта. Необходимо разработать систему показателей, позволяющих отслеживать результаты внедрения и оценивать их влияние на деятельность предприятия. Показатели могут быть как количественными (например, увеличение производительности труда, снижение затрат), так и качественными (например, улучшение удовлетворенности клиентов, повышение вовлеченности сотрудников). Регулярный мониторинг показателей позволяет выявлять недостатки внедрения и своевременно корректировать процесс.

Таким образом, функциональный анализ – это действенный инструмент для диагностики и совершенствования организационной структуры предприятия железнодорожного транспорта. Его грамотное применение, в сочетании с другими методами анализа и учетом человеческого фактора, позволяет организации повысить свою эффективность, адаптироваться к изменяющимся условиям бизнеса и достигать стратегических целей. Важно понимать, что оптимизация организационной структуры предприятия железнодорожного транспорта – это непрерывный процесс, требующий постоянного мониторинга и адаптации к новым возможностям.

Библиографический список

1. **Финоченко, В. А.** Методы идентификации параметров управления природоохранной деятельностью на железнодорожном транспорте / В. А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – Ростов/Д: №4, 2007. – С. 99 – 104. ISSN 0201-727X.
2. **Моисеева, Н. К.** Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа / Н. К. Моисеева, М. Г. Карпунин. – М.: Высш. шк., 1988. – 191 с.

T. E. Finochenko

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ANALYSIS OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF AN ENTERPRISE. FUNCTIONAL ANALYSIS

Abstract. The article discusses issues related to the implementation of changes in an enterprise through organizational design, analysis of the advantages and disadvantages of existing organizational structures, and their impact on the efficiency of the enterprise's operations.

Keywords: organizational structure, functional analysis.

For citation: Finochenko, T. E. Methodological Approaches to the Analysis of the Organizational Structure of an Enterprise. Functional Analysis / T. E. Finochenko// Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2025. – № 3. – P. 76 – 79.

Сведения об авторах

Финоченко Татьяна Эдуардовна
Северо-Кавказская дирекция по энергообеспечению – структурное подразделение Трансэнерго – филиала ОАО «Российские железные дороги»,

Information about the authors

Finochenko Tatyana Eduardovna
North Caucasus Energy Supply Directorate – a structural subdivision of Transenergo – a subsidiary of JSC «Russian Railways»,
Candidate of Technical Sciences, Deputy Director,

кандидат технических наук, заместитель
руководителя дирекции,
e-mail: finochenkotatyana@yandex.ru

e-mail: finochenkotatyana@yandex.ru

Научное издание

**ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения**

Научно-технический журнал

№ 3 (72)
2025

**Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте
Российской научной электронной библиотеки: www.elibrary.ru
Журнал обрабатывается в системах индексов научного цитирования
РИНЦ и ScienceIndex**

Оригинал-макет журнала подготовлен Т. З. Талахадзе

Подписано в печать 26.09.2025.	Формат 60×84/8.	Бумага офсетная.
Дата выхода в свет 26.09.2025.	Усл. печ. л. 9,24.	Изд. № 51.
Печать офсетная.	Тираж 510 экз.	Заказ .
Знак информационной продукции 16+.	Цена свободная.	

**Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)**

**Адрес университета, издателя, редакции, типографии:
344038, Ростовская область, городской округ г. Ростов-на-Дону, г. Ростов-на-Дону,
пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, зд. 2.
Тел. редакции +7 (863) 272-62-74, факс +7 (863) 255-37-85.
E-mail: nis@rgups.ru**